

Der Einfluß der Neuroleptanalgesie
mit Azaperon und Metomidat
auf das Fließverhalten des Blutes
sowie einige Blutwerte beim Schwein

Margit Maidl

Disbui. München

1987





Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554616_0058

Aus der Medizinischen Tierklinik
Lehrstuhl für Innere Krankheiten des Pferdes
und der kleinen Haustiere sowie für Gerichtliche
Tiermedizin der Tierärztlichen Fakultät der
Universität München
Vorstand: Prof. Dr. Wilfried Kraft

und aus dem Institut für Klinische Biochemie
und Pharmakologie Medical Service München
Dir. Dr. Hans Bräuer

Arbeit angefertigt unter der Leitung
von Prof. Dr. Helmut Kraft

Der Einfluß der Neuroleptanalgesie mit Azaperon
und Metomidat auf das Fließverhalten des Blutes
sowie einige Blutwerte beim Schwein

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät der
Ludwigs-Maximilians-Universität
München

von

Margit Maidl
aus
Eichendorf

München 1987

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Universität München

Dekan: Prof. Dr. H. Zucker

Referent: Prof. Dr. H. Kraft

Korreferent: Prof. Dr. R. Schulz

Tag der Promotion: 24. Juli 1987

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung

2. Literatur

3.1.1. Einführung

3.1.2. Begriffe

3.1.3. Methoden

3.1.4. Darstellung des Problems und Zielsetzung

3.2. Ergebnisse des Experiments

3.2.1. Meinem Vater zum Gedenken,

3.2.2. Meinem Mutter zum Gedenken

3.3. meiner Mutter in Dankbarkeit

3.4. Schluss

3.5. Literaturverzeichnis

3.6. Anhang: Fragebogen, Interviewprotokolle

3.7. Zusammenfassung

3.8. Quellen, Literatur, Zitate, Abbildungen, Tabellen

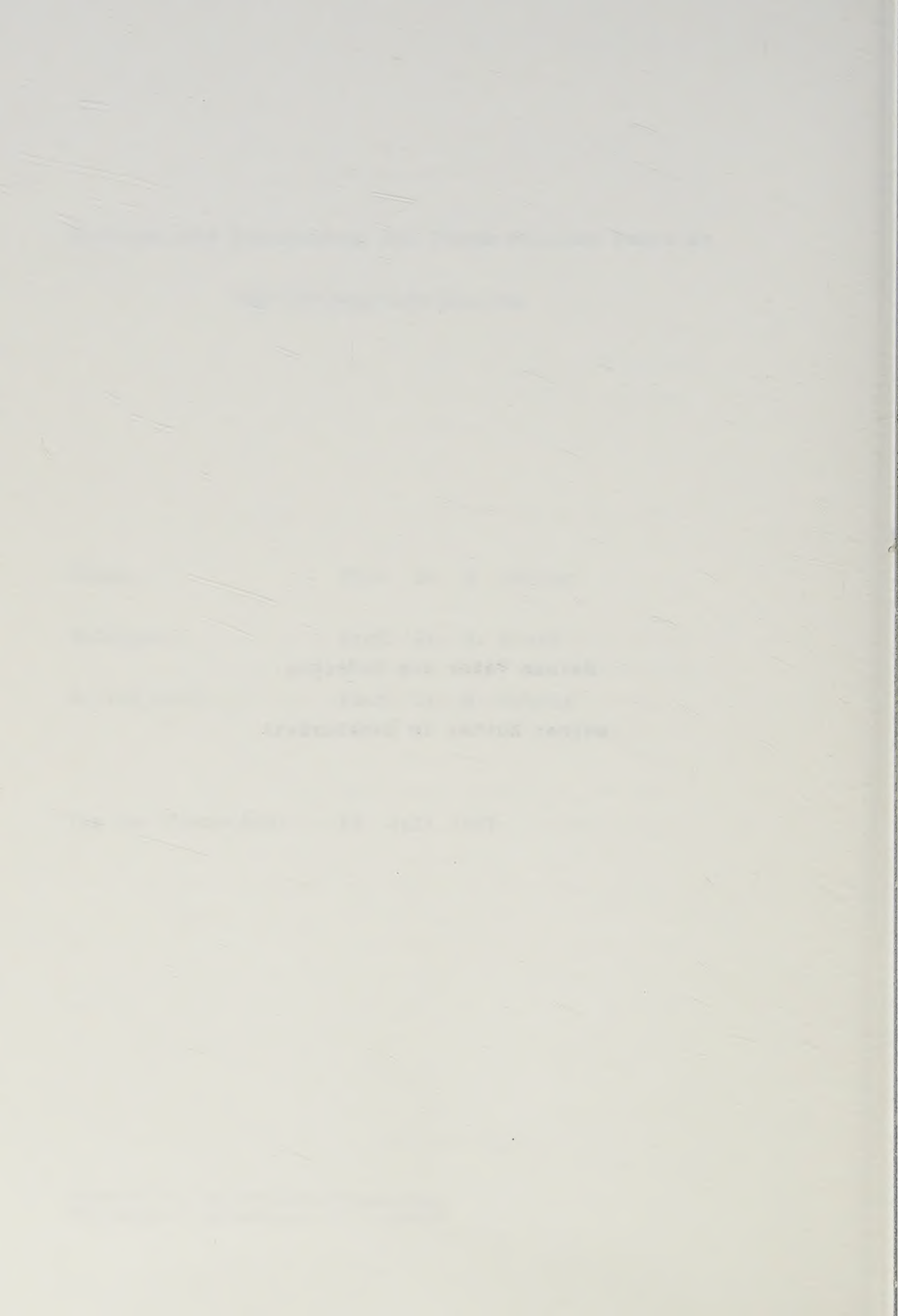
3.9. Zusammenfassung des Problems, Zielsetzung, Methoden

3.10. Ergebnisse des Experiments

3.11. Zusammenfassung des Problems, Zielsetzung, Methoden

3.12. Ergebnisse des Experiments

3.13. Zusammenfassung des Problems, Zielsetzung, Methoden



Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einleitung	1
2. Literatur	3
2.1 Neuroleptanalgesie	3
2.1.1 Azaperon	4
2.1.2 Metomidat	6
2.1.3 Kombination von Azaperon und Metomidat	8
2.2 Fließverhalten des Blutes	11
2.2.1 Grundlagen der Hämorheologie	11
2.2.2 Weitere Einflüsse auf die Blutströmung	19
2.3 Einfluß von Anbindestreß auf einige Blutmeßwerte	23
2.4 Klinisch-chemische Parameter	25
2.4.1 Erythrozyten, Hämoglobin, Hämatokrit und Leukozyten	25
2.4.2 Glukose, Harnsäure, Calcium, anorg. Phosphor, alk. Phos., Harnstoff-N, Creatinin, Gesamtbilirubin, CK, LDH, GPT und GOT	28
2.4.3 Gesamteiweiß, Albumin, Cholesterin, Triglyzeride, Natrium, Kalium, Chlorid und Eisen	37
2.4.4 G-GT, saure Phos., Kupfer, Magnesium und Zink	42

3.	Eigene Untersuchungen	44
3.1	Material	44
3.2	Methodik	46
3.2.1	Neuroleptanalgesie	46
3.2.2	Methodik zum Legen des Katheters	47
3.2.3	Blutentnahme	48
	1. am stehenden fixierten, nicht narkotisierten Tier	49
	2. am liegenden, narkotisierten Tier	50
	3. am stehenden, nicht narkotisierten Tier Über Venenkatheter (Ausschaltung eines Manipulationsstresses)	52
3.2.4	Aufbereitung des Blutes	53
3.2.5	Untersuchungsmethoden	54
3.2.6	Versuchsablauf	58
	Prüfungsabschnitt I (Vor- und Hauptversuch)	58
	Prüfungsabschnitt II (Kontrollversuch)	59
3.3	Ergebnisse	60
3.3.1	Prüfungsabschnitt I (Gruppe I)	60
3.3.2	Besprechung und Vergleich des Prüfungsabschnittes I (Gruppe I) mit dem Prüfungsabschnitt II (Gruppe II)	80
3.3.3	Biostatistische Auswertung der Ergebnisse	94
	Tabelle I (Prüfungsabschnitt I)	94
	Tabelle II (Prüfungsabschnitt II)	102

4.	Schlußfolgerung	110
5.	Zusammenfassung	113
6.	Englischer Titel und Summary	114
7.	Literaturverzeichnis	115

1. EINLEITUNG

Das häufige und gefürchtete Auftreten von Narkosezwischenfällen gerade bei älteren Schweinen gab seit jeher Anlaß zu einer Reihe von Untersuchungen. Viele der bereits untersuchten Mittel zeigen Nebenwirkungen, die vor allem mit Störungen des Kreislauf- und Atmungsapparates einhergehen.

Die Kombinationsanästhesie mit Azaperon und Metomidat (Stresnil und Hypnodil) hat sich in der Schweinepraxis bewährt und wird speziell für kurzfristige Eingriffe, wie z.B. Klauenpflegemaßnahmen, häufig angewendet.

In der vorhandenen Literatur über die Kreislaufbelastungen in der Narkose fand die Bewertung der Fließeigenschaften des Blutes bisher wenig Berücksichtigung, obwohl das Verhalten des "strömenden Organs Blut" aufgrund der klinischen Zwischenfälle, wie "Sludge"-Bildung und Schocksyndrom eine Bearbeitung dieses Themas zwingend erfordern.

Die Aufrechterhaltung des physiologisch gesteuerten Blutflusses durch kleine und kleinste Gefäße des Säugerorganismus ist ausschlaggebend, wenn die Versorgung des lebenden Gewebes mit Sauerstoff und Substrat und der Abtransport der Stoffwechselabbauprodukte gewährleistet sein soll.

Die vorliegende Arbeit soll dazu beitragen, den Einfluß der Neuroleptanalgesie mit Azaperon und Metomidat auf die Komplexität der Fließeigenschaften des Blutes sowie einiger klinisch-chemischer Blutparameter unter Praxisbedingungen aufzuzeigen.



Diese Arbeit zur Ermittlung des Verhaltens des "strömenden Organs Blut" unter Narkosebedingungen beim Schwein war zwingend geboten, da die bisher vorliegenden Informationen nicht ausreichten, um Ausfälle bei Narkosen zu erklären.

Die Arbeit ist sowohl für die Veterinärmedizin als auch für die Humanmedizin von Bedeutung, um mehr Sicherheit in der großen Anästhesiologie zu erreichen.

Die Untersuchungen wurden unter Einhaltung der Regeln des Tierschutzgesetzes durchgeführt. Keines der Tiere wurde aus versuchsabhängigen Gründen geopfert.

2. LITERATUR

2.1 Neuroleptanalgesie

Durch die Kombination eines morphinähnlich wirkenden starken Analgetikums und eines Neuroleptikums wird nach KUSCHINSKY und LÜLLMANN (1974) ein Zustand entsprechend dem Stadium I der Narkose erzeugt. Der Patient reagiert zwar noch auf Reize, aber es besteht eine völlige Analgesie mit nachfolgender Amnesie.

Nach HAPKE (1976) stellt dieser Zustand beim Hund eine "chirurgische Narkose" dar, bei der Bewußtlosigkeit, Schmerzfreiheit und Erschlaffung der quergestreiften Muskulatur gewährleistet sind.

Diese kombinierte Wirkung kann nach BOLLWAHN (1980) beim Schwein nicht für alle Neuroleptika genutzt werden, da starke Analgetika (z.B. Morphin oder Fentanyl) hier mehr oder weniger heftige Exzitationen hervorrufen.

Durch die gemeinsame Applikation des Neuroleptikums Azaperon und des Hypnotikums Metomidat wird jedoch bei Schweinen eine allgemeine Anästhesie mit befriedigender Relaxation erreicht, die kurzfristige Eingriffe erlaubt, ohne daß Exzitationen auftreten (REETZ (1970) und DIECKMANN (1971)).

Aus der Sicht des Pharmakologen ist der Begriff "Neuroleptanalgesie" für diese Kombinationsanästhesie mit Azaperon und Metomidat ebenso wie die Bezeichnung "Narkose" "falsch", da es sich beim Metomidat um ein Hypnotikum und nicht um ein Analgetikum handelt. Da aber in der klinischen Literatur dieser Ausdruck ausschließlich gebraucht wird, wird er in der vorliegenden Arbeit - die ja aus rein klinischen Erwägungen erstellt wurde - noch öfters erscheinen. Diese Art der Anästhesie hat die früher sehr häufig auch beim Schwein angewandte Barbituratnarkose verdrängt, die Bezeichnung "Narkose" ist jedoch geblieben.

2.1.1 Azaperon

Das Neuroleptikum Azaperon (Stresnil) gehört nach MARSBOOM u. SYMOENS (1968) zur Gruppe der Butyrophenone.

Die genaue chemische Bezeichnung lautet:

4-Fluor-4,4(2-pyridil)-1-piperazinyl-Butyrophenon.

Bei dieser Verbindung handelt es sich um ein geschmackloses, amorphes oder mikrokristallines Pulver, das in verdünnten organischen Säuren löslich ist und dessen Schmelzpunkt bei 90° C liegt. Die Verbindung hat ein Molekulargewicht von 327,3.

Die wahrscheinlich sehr geringe antidopaminerge Wirkung dieser Butyrophenongruppe hat nach Ansicht von HAPKE u. PRIGGE (1972) entscheidende Vorteile für das Azaperon in bezug auf die paradoxen Reaktionen.

NIEMEGEREERS u. Mitarb. (1966) bezeichnen Azaperon als stark wirkendes Neuroleptikum bei Maus, Ratte und Hund mit ausgesprochen sedierenden, aber gering analgesierenden Eigenschaften. Es antagonisiert Amphetamin, Apomorphin und Tryptamin und hemmt außerdem den toxischen Effekt des Adrenalin.

SYMOENS (1970) stellt die strukturelle Verwandtschaft mit der gamma-Aminobuttersäure heraus und nimmt an, daß Azaperon am synaptischen Spalt ebenso wirkt wie diese und damit die Übertragung von Nervenimpulsen aus der Peripherie durch Blockade der Katecholamine an den Schaltstellen von Neuron zu Neuron dämpft bzw. verhindert.

Die Metabolisierung erfolgt über oxidative N-Dealkylierung (NIEMEGEREERS (1966)).

Nach Untersuchungen von SYMOENS u. Mitarb. (1973) wird durch Azaperon das Narkoserisiko im Exzitationsstadium sowie die Gefahr eines Schocks verringert.

Die Ausgeglichenheit zwischen Stoffwechsel und Kreislauf wird aufrechterhalten. NIEMEGEREERS u. Mitarb. (1973) haben in ihren Untersuchungen eine 60mal größere Anti-Schockwirkung gegenüber dem Propionylpromazin festgestellt.

Die herabgesetzte Herzschlagfrequenz, das verminderte Herzminutenvolumen sowie der Blutdruckabfall sind nach CLARKE (1963) auf die adrenolytische Wirkung des Azaperon zurückzuführen. Der Blutdruckabfall ist dosisunabhängig.

HAPKE u. PRIGGE (1972) sehen die Ursache der Blutdrucksenkung in einer nachgewiesenen negativ inotropen Wirkung auf das Herz sowie in einer peripheren Vasodilatation. Die abnehmende Atemfrequenz vertieft sich bei gleichzeitiger Abnahme des arteriellen Sauerstoffpartialdruckes.

Ein Abfall der Körpertemperatur von 1 - 2°C wurde von LANG (1970) festgestellt. Der Temperaturabfall erreicht sein Maximum erst ca. zwei bis drei Stunden nach Applikation und normalisiert sich vier bis sechs Stunden post injectionem wieder.

2.1.2 Metomidat

Das Hypnotikum Metomidat (Hypnodil) ist nach JANSSEN Pharmaceutica (1971) ein Imidazolderivat.

Die genaue chemische Bezeichnung lautet:

1-(1-Phenyl-ethyl)5-(methoxycarbonyl)imidazolhydrochlorid.

Es handelt sich dabei um ein geruchloses, schneeweißes, mikrokristallines Pulver, das einen sauren, adstringierenden Geschmack hat und sich gut in Wasser lösen läßt.

Metomidat ist als Trockensubstanz stabil, wird aber als wässrige Lösung bei Zimmertemperatur um 1 % pro Monat abgebaut. Die Verbindung hat ein Molekulargewicht von 266,72 und schmilzt bei 170° - 175°C.

Die pharmakologischen Wirkungen wurden ebenfalls in Untersuchungen der Fa. JANSSEN (1971) u.a. an Mäusen, Ratten, Schweinen und Hunden geprüft. Dabei konnte eine sehr große therapeutische Breite beobachtet werden. Metomidat führt bei den untersuchten Tieren durch seinen raschen Wirkungseintritt zu einem kurzen (5 - 60 Minuten), tiefen Schlafzustand mit sehr guter Muskelrelaxation, aber geringer Analgesie. Die Toleranzdauer liegt bei ca. 45 Minuten (DIMIGEN (1972)).

Nach KUSCHINSKY u. LÜLLMANN (1974) sind Hypnotika keine scharf abgrenzbare Arzneimittelgruppe. Es handelt sich dabei um Pharmaka, die die Aktivität des Aktivierungszentrums in der Formatio reticularis vermindern, d.h. sie wirken dosisabhängig, in geringen Dosen nur sedativ und in größeren Mengen hypnotisch.

Nach Untersuchungen des Herstellers (JANSSEN (1971)) an Hunden und Miniaturschweinen zeigten sich keine Veränderungen bezüglich Herzrhythmus, Herzfrequenz, Herzminutenvolumen und

EKG-Aufzeichnungen. Nach sturzartiger Applikation wird jedoch von kurzzeitigen Tachykardien berichtet. Eine dosisabhängige Vasodilatation von 25 Minuten Dauer wurde am isolierten Kaninchenohr beobachtet.

2.1.3 Kombination von Azaperon und Metomidat

Das Azaperon (Stresnil[®]) kann grundsätzlich intramuskulär gegeben werden. Metomidat (Hypnodil[®]) wird bei Schweinen unter 50 kg KGW vorzugsweise intraperitoneal ca. 15 Minuten nach der Stresnilgabe appliziert. Für allgemeine Eingriffe wird vom Hersteller eine Dosierung von 0,5 ml/20 kg KGW für Stresnil und 4,0 ml/20 kg KGW für Hypnodil angegeben. Bei Tieren über 50 kg KGW wird die intravenöse Injektion von Hypnodil in einer Dosierung von 1,5 ml/20 kg KGW bevorzugt. Hier bietet sich auch die Möglichkeit Stresnil und Hypnodil gleichzeitig in der Mischspritze intravenös zu verabreichen. Die Dosierung beträgt dann 0,3 ml/20 kg KGW für Stresnil und 1,5 ml/20 kg KGW für Hypnodil.

Während bzw. sofort nach der Injektion verlieren die Tiere das Bewußtsein. Der Eintritt der Muskelrelaxation erfolgt ebenfalls sofort, und eine ausreichende Analgesie beginnt nach wenigen Minuten (DIMIGEN u. REETZ (1970) und erreicht ca. 10 - 15 Minuten post injectionem ihren Höhepunkt (REETZ (1970)).

Nach Untersuchungen von DIMIGEN (1972) und JAKUBOWSKI (1973) beginnen die Tiere nach 60 - 90 Minuten mit Aufstehversuchen. VOGELSANG (1970) beschreibt als Nebenwirkungen eine Senkung der Herz- und vor allem der Atemfrequenz im Anschluß an die Injektion. In seinen Untersuchungen war bei einer Reihe von Tieren eine Atemdepression zu verzeichnen, und bei 9% der Tiere kam es sogar zum Atemstillstand, der jedoch stets durch rhythmische Thoraxkompressionen wieder behoben werden konnte.

Eine deutlich depressive Wirkung auf das Atemzentrum wird auch von REETZ (1970) und DIMIGEN (1972) als Nebenwirkung dieser Kombination festgestellt. Die Atemfrequenz erreicht nach Untersuchungen von REETZ (1970) 30 - 45 Minuten nach der Injektion ihr Minimum. Die Körpertemperatur fällt in den ersten 45 Minuten steil, danach langsamer ab und erreicht ihr Minimum nach 60 Minuten.

REETZ (1970) konnte in seinen Untersuchungen einen deutlichen Zusammenhang zwischen Atemfrequenz, Herzfrequenz und Körpertemperatur nachweisen, d.h. mit reduzierter Atemfrequenz erniedrigten sich auch Herzfrequenz und Körpertemperatur. Es bleibt offen, ob die deutlich depressive Wirkung auf Herz- und Atemfrequenz tatsächlich auf diese Kombination zurückzuführen ist. Eindeutige Ruhewerte sind beim Schwein nicht zweifelsfrei festzusetzen, da sie nach von MICKWITZ u. GRUND (1970) stets durch die Anwesenheit eines Untersuchers beeinflußt werden.

ROHLER (1976) stellte 5 Minuten nach Applikation von Azaperon und Metomidat eine Erhöhung der Herzfrequenz fest; bei Versuchsende (nach 120 Minuten) lagen die Herzschlagzahlen jedoch unter dem Ausgangswert. Die Atemfrequenz stabilisierte sich nach einem Abfall von 25 % in den ersten 5 Minuten post injectionem. Die Körpertemperatur sank lediglich um 0,8°C.

BECKER u. REGLINGER (1974) stellten bei der Kombination einen Abfall der Herzfrequenz nach initialem Anstieg fest. 30 Minuten später lagen die Herzschlagzahlen nur noch geringgradig unter dem Ausgangswert. Die Atemfrequenz reduzierte sich ebenfalls, erreichte aber nach 30 Minuten den Ausgangswert nicht.

Während bzw. unmittelbar nach der Applikation verzeichneten

die genannten Autoren einen starken Blutdruckabfall, der sich am stärksten auswirkte, wenn Azaperon und Metomidat gemeinsam in der Mischspritze intravenös verabreicht wurden. Eine Abnahme der Blutströmung ist ca. eine Minute nach der Injektion zu verzeichnen und fällt zeitlich mit dem Blutdruckabfall zusammen.

Die gemeinsame Applikation von Stresnil und Hypnodil in der Mischspritze wird häufig zur Eberkastration angewendet und empfiehlt sich nach BOLLWAHN (1975) als relativ kreislaufstabile Narkose für den Kaiserschnitt bei der Muttersau.

Beim kreislaufstabilen Schwein geben BECKER und REGLINGER (1974) der getrennten Applikation von Stresnil (i.m.) und Hypnodil (ca. 10 Minuten später i.v.) den Vorzug.

2.2 Fließverhalten des Blutes

2.2.1 Grundlagen der Hämorheologie

Die Hämorheologie ist nach WIESNER u. RIBBECK (1978) die Lehre vom Fließverhalten des Blutes.

Die **Fluidität** stellt den Kehrwert der Viskosität dar und ist definiert als die Fähigkeit einer Flüssigkeit zu fließen.

Nach FLOREY (1975) gilt die Viskosität als Maß für die Kraft, mit der sich das "strömende Organ" Blut bzw. seine flüssigen Bestandteile allgemein der Strömung widersetzen. Sie wird auch als Zähigkeit oder innere Reibung bezeichnet.

Die medizinische Hämorheologie bevorzugt den physikalischen Begriff der **Viskosität**. Nach SCHMID-SCHÖNBEIN u. Mitarb. (1980) veranschaulicht der Begriff der Fluidität die Fließfähigkeit des Blutes besser, da das normal strömende Blut eine besonders hohe Fließfähigkeit hat.

Blut ist hämodynamisch die Aufschwemmung geformter Bestandteile in einer wässrigen mizellarvernetzten Eiweißlösung. Bestimmend für den Grad der Viskosität ist nach EDER (1976) v.a. die Anzahl, Form und Größe der zellulären Bestandteile sowie der Plasmaeiweißgehalt.

Die Zusammensetzung des Plasmas ist ebenso variabel wie der Anteil der Blutzellen und deren Fließverhalten. Nach SUNDER-PLAASMAN u. Mitarb. (1971) wird die Plasmaviskosität in erster Linie durch das Vorhandensein hochmolekularer Plasmaproteine und der Elektrolyte bestimmt und hängt außerdem stark vom Hydratationsgrad des Organismus ab. Eine hohe Anzahl von Blutzellen (Hämatokrit) im Plasma erhöhen die Viskosität und

können so die laminare Strömung des Plasmas stören.

Die einfache laminare Strömung vollzieht sich als Verschiebung von Flüssigkeitsschichten (Flüssigkeitslamellen) gegeneinander. Die parallel zur Strömungsrichtung auf diese Flüssigkeitslamelle tangential einwirkende Kraft verursacht diese Verschiebung und wird nach VERAGUT u. Mitarb. (1977) als Schubspannung oder Scherkraft (dyn/sec^{-1}) bezeichnet. Entgegen dieser Verschiebung wirken nun die einzelnen Flüssigkeitsbestandteile aufgrund ihrer inneren Reibung (Viskosität) in der Flüssigkeit.

Diese Bewegung wird erschwert, wenn die Viskosität hoch ist und umgekehrt.

Der Geschwindigkeitsgradient, auch in Schergraden gemessen, gilt als Maß für die Formveränderung pro Zeiteinheit bzw. für die Geschwindigkeit, mit der die beiden Schichten gegeneinander verschoben werden. Die Viskosität entspricht somit nach VERAGUT u. Mitarb. (1977) dem **NEWTONschen Gesetz** zufolge, dem Koeffizienten der inneren Reibung.

Nach SUNDER-PLAASMAN u. Mitarb. (1971) entspricht die apparente Viskosität dem Quotienten aus Scherkraft und Schergrad:

$$\text{Viskosität} = \frac{\text{Scherkraft}}{\text{Schergrad}} = \frac{\text{dyn/sec}}{\text{cm}^2} = \text{Centipoise}$$

Blut gilt physikalisch als "anomale" Flüssigkeit und besitzt wie viele zusammengesetzte Flüssigkeiten die Eigenschaft, seine Viskosität (Zähigkeit) nach den Fließbedingungen (bzw. den einwirkenden Strömungskräften) zu richten. Nach SCHMID-SCHÖNBEIN u. WELLS (1977) ist für das Blut keine allgemein gültige Viskositätsangabe möglich. Im Bereich hoher Strömungskräfte folgt Blut dem NEWTONschen Gesetz, d.h. Schergrad und Scherkraft sind einander proportional.

Wie aus Arbeiten von SUNDER-PLAASMAN u. Mitarb. (1971) hervorgeht, ist die Blutviskosität im Bereich hoher Strömungskräfte (Schergrad über 40 sec^{-1}) primär von der Zahl und den Eigenschaften der Erythrozyten abhängig. Bei niedrigen Strömungskräften (unter 40 sec^{-1}) verhält sich Blut nicht wie eine "NEWTONsche" Flüssigkeit (s.Abb.1).

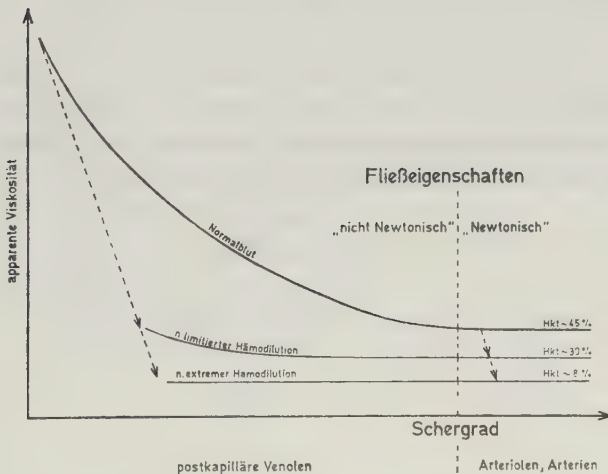


Abb.1: Einfluß einer limitierten und extremen Blutverdünnung (Hämodilution) auf die apparente Viskosität bei hohem und niedrigem Schergrad (geändert nach SUNDER-PLAASMAN (1971)).

Plasma gilt nach dem heutigen Stand der Hämorheologie als NEWTONsche Flüssigkeit. Nach Untersuchungen von SUNDER-PLAAS-MAN (1971) hat für NEWTONsches Strömungsverhalten das **HAGEN-POISEUILLEsche Gesetz** Gültigkeit: demnach ist der Volumenstrom pro Zeiteinheit (dV/dt) proportional dem treibenden Druck (dp) und der vierten Potenz des Gefäßradius und dem Kehrwert der Viskosität (n) sowie der Gefäßlänge (l):

$$\frac{dV}{dt} = \frac{dp \times r^4 \times \pi}{n \times l \times 8} = \frac{ml}{s}$$

Nach SCHMID-SCHÖNBEIN (1978) wird eine optimale Organdurchblutung durch vasomotorische Dilatation aufgrund des HAGEN-POISEUILLEschen Gesetzes gewährleistet (s. Abb.2 Seite 15).

Defekter Kreislauf:

Begrenzung der Restströmung durch Blutviskosität
(positive Rückkopplung)

normaler Kreislauf:

nervöse u. metabolische Autoregulation der Blutströmung
(negative Rückkopplung)

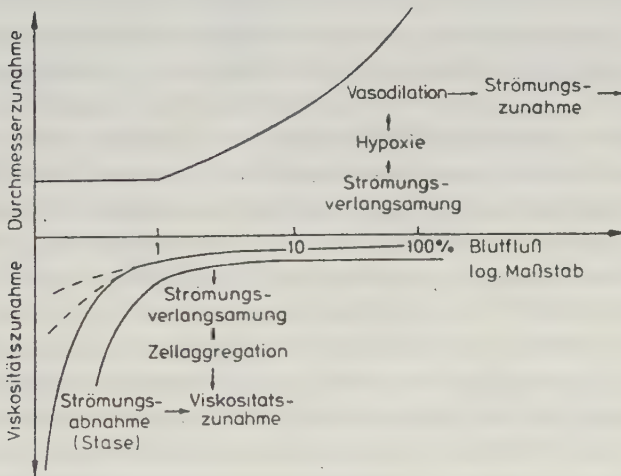


Abb.2: Schematische Darstellung der variablen Blutviskosität für die Durchblutung der Organe nach SCHMID-SCHÖNBEIN (1978)

Bei normalem Kreislauf (hoher Blutdruck und hoher Schubspannung) ist die Blutviskosität niedrig und die Durchblutung wird fast ausschließlich durch Vasomotorik gesteuert. Hierzu sind - abgesehen von hormonellen und nervösen Steuervorgängen - die autoregativ funktionierenden Arteriolen fähig. Bei einer Minderdurchblutung mit Sauerstoffmangel kommt es infolge der sofortigen Anhäufung vasodilatatorisch wirkender Metabolite aus dem Gewebe zu einer Vasodilatation: negative, rückgekoppelte, metabolische Autoregulation. Bei langfristig sehr stark verminderter Perfusion wird die vasodilatatorische Reserve schließlich verbraucht. Die Durchblutung wird jetzt durch die wirksame Blutviskosität limitiert. Jede lokale oder allgemein weitere Abnahme der Strömungskräfte erhöht wegen Aggregation die Viskosität: positiv rückgekoppelte Viskositätserhöhung bis hin zur Stase.

CHMIEL u. STORMER (1972) beobachteten einen exponentiellen Anstieg der Blutviskosität durch Erythrozytenaggregation (Zusammenballung der Erythrozyten) bei Strömungsverlangsamung. Diese gleichsam virtuelle Eigenschaft des Säugerblutes, die Viskosität bei langsamer Strömung durch den Aufbau lockerer Strukturen zu erhöhen und umgekehrt, bei Strömungsbeschleunigung durch Zerreißen der Aggregate die Viskosität wieder zu senken, wird von SCHMID-SCHÖNBEIN u. Mitarb. (1980) auch als "Strukturviskosität" bezeichnet.

SCHMID-SCHÖNBEIN (1978) führt diese "scheinbare" Viskosität auf die Plasmaviskosität sowie auf das Verhalten der Erythrozyten zurück, sich der Plasmaströmung passiv anzupassen.

Die Verformbarkeit der Erythrozyten stellt einen wichtigen Teilfaktor der Fließeigenschaften des Blutes dar und wurde in zahlreichen Arbeiten untersucht (BRAASCH (1971), CHIEN u. Mitarb. (1967), FISCHER u. Mitarb. (1978), SCHMID-SCHÖNBEIN u. WELLS (1969), und WERNER (1975)).

CHIEN u. Mitarb. (1967) setzten in ihren Untersuchungen die Membranelastizität der Erythrozyten in einer Suspension herab. Dies führte zu einer erheblichen Viskositätserrhöhung, die sich unabhängig vom Schergrad darstellte.

Die **Flexibilität der Erythrozytenmembran** sowie die bikonkave Form ist nach SCHMID-SCHÖNBEIN u. Mitarb. (1980) ausschlaggebend für die Fähigkeit der Erythrozyten, sich der Plasmaströmung wie ein Flüssigkeitstropfen anzupassen.

Daraus resultiert, wie von SCHMID-SCHÖNBEIN (1982) dargestellt, das Phänomen der "**Axialmigration**", d.h. die hochfluiden Erythrozyten entweichen der hohen Schubspannung an der Nähe der Gefäßwand in den Axialstrom.

FAHRAEUS u. LINDQVIST (1931) haben in ihren Untersuchungen mit englumigen Kapillarviskosimetern eine Viskositätsabnahme bei kleiner werdendem Gefäßradius (unter 0,3 mm Gefäßdurchmesser) festgestellt.

Durch diesen sog. **FAHRAEUS-LINDQVIST-Effekt** ist das HAGEN-POISEUILLEsche Gesetz nur anwendbar für Gefäßabschnitte deren Durchmesser über 0,3 mm liegt.

BARRAS (1964, 1968) hat eine Senkung der Blutviskosität auf den Viskositätswert des Plasmas festgestellt, wenn der Gefäßdurchmesser unter 0,01 mm liegt.

Bei extrem niedriger Strömungsgeschwindigkeit oder bei Hämatokritwerten über 50 % können die Erythrozyten sich zur Geldrollenstruktur zusammenlagern bzw. zu dreidimensionalen Netzwerken aggregieren. Diese physiologischen bis pathophysiologischen Eigenschaften der Veränderung der Strukturviskosität des Säugerblutes hängen nach SCHMID-SCHÖNBEIN u. Mitarb. (1976) nicht nur von der Fließfähigkeit der Erythrozyten und den Strömungsbedingungen ab; sie werden auch von Art und Menge bestimmter Plasmaproteine, den Agglomerinen bestimmt.

Als Agglomerine bezeichnen RUHENSTROTH-BAUER u. Mitarb. (1962) großmolekulare Plasmaproteine.

Beim Menschen kommen dafür laut KARLSON (1974) v.a. das Fibrinogen, das α_1 -Makroglobulin und das Immunglobulin M in Frage.

Coeruloplasmin und Haptoglobin können nach Untersuchungen von RUHENSTROTH-BAUER (1957) ebenfalls eine Erythrozytenaggregation auslösen.

GALLASCH (1975) untersuchte u.a. die betreffenden Proteine beim Menschen und konnte feststellen, daß erst bei der 75fachen Konzentration des physiologischerweise vorkommenden Coeruloplasmins und bei der 10fachen physiologischen Konzentration des Haptoglobins eine nennenswerte Erythrozytenaggregation ausgelöst wird.

2.2.2 Weitere Einflüsse auf die Blutströmung

Die Abhängigkeit der **Erythrozytenaggregation** von Lipoproteinen ist in der Literatur widersprüchlich. MERRILL u. Mitarb. (1964) stellten bei extrem niedrigen Schergraden zunächst eine geringe Viskositätserhöhung des lipaemischen Blutes fest, verglichen mit Blut das physiologische Fettwerte aufwies. Er folgerte daraus, daß β -Lipoproteine zusammen mit Fibrinogen synergistisch auf die Erythrozytenaggregation wirken.

In späteren Arbeiten hat MERRILL (1969) Viskositätsmessungen durchgeführt und seine theoretischen Schlüsse aus früheren Befunden wieder aufgehoben, da die Fraktionierung der Lipoproteine große technische Schwierigkeiten bereitete.

Die Bedeutung der Aggregationsneigung der Erythrozyten für die Mikrozirkulation wird von VOGTMANN u. Mitarb. (1967) erläutert. Eine Blutdrucksenkung führt zur Verringerung der Schergeschwindigkeit und von einem bestimmten Punkt an zwangsläufig zu einer Zusammenballung der Erythrozyten. Die zellulären Anteile des Blutes werden aufgrund des Geschwindigkeitsprofils wie von FAHRAEUS (bereits 1930) beschrieben, rascher befördert als das in Gefäßwandnähe strömende Plasma. VOGTMANN u. Mitarb. (1967) sehen darin eine Verbesserung der Sauerstoff-Transportkapazität.

MOST u. Mitarb. (1986) haben die Auswirkung einer Hämodilution auf die Sauerstoffversorgung hinter einer künstlich angelegten Stenose im Experiment an acht Hausschweinen untersucht und eine erhebliche Steigerung der Blutströmung hinter der Stenose nach Viskositätssenkung festgestellt.

Die akuten Auswirkungen niedriger Kohlenmonoxidkonzentrationen u.a. auf die Blutrheologie und die Arterienwand wurden von MARSHALL u. HESS (1981) an Miniaturschweinen beobachtet. Die Untersuchungen zeigten eine Erhöhung des Hämatokritwertes sowie auch der Vollblut- und Plasmafließzeiten und pathologische Gefäßwandveränderungen.

Bereits 1938 hat NESFIELD Viskositätsveränderungen mit bestimmten Krankheiten in Zusammenhang gebracht. Beim Vorliegen von Gefäßerkrankungen und bei gleichzeitiger erhöhter Blutviskosität durch eine veränderte Plasmakonzentration und Zusammenballung der Erythrozyten wird nach STÖRMER u. Mitarb. (1973) die Blutströmung vermindert, deren Folge eine Hypoxämie ist, die mit massiver kompensatorischer Neubildung von Erythrozyten beantwortet wird.

DINTENFASS (1968) sieht die Ursache dafür in der Versteifung der Erythrozytenmembran. Eine weitere Erhöhung der Viskosität ist die Folge. Es entsteht ein **circulus vitiosus** von Strömungsverlangsamung, Erythrozytenaggregation und weiterer Strömungsverlangsamung, der bis zum Strömungstillstand führen kann, wie z.B. während des Schockgeschehens (s. Abb. 3).

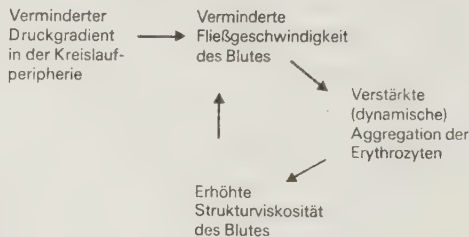


Abb. 3: Gegenseitige Beeinflussung rheologischer Faktoren i.S. eines **circulus vitiosus** nach EHRLY (1975).

EHRLY (1973,1975,1979) und SCHMID-SCHÖNBEIN (1971) haben eine Reihe von Untersuchungen über das veränderte Fließverhalten des Blutes im Hinblick auf chronische Gefäßerkrankungen durchgeführt.

Eine bedeutende Viskositätserrhöhung gegenüber Normalblut sowie eine erhöhte Aggregationsneigung der Erythrozyten konnten BOSS u. Mitarb. (1973, 1975) in ihren Untersuchungen bei Rauchern und Herzinfarktpatienten nachweisen.

BRAUER u. Mitarb. (1976) haben Untersuchungen über das Fließverhalten des Blutes bei Gefäßerkrankungen beim Menschen durchgeführt. Des weiteren wurden verschiedene Blut-Serum-Variable untersucht, die im Ergebnis häufig kombiniert vorkamen und deshalb in Faktorengruppen zusammengefaßt und in Beziehung zueinander gesetzt wurden.

Dabei konnte ein deutlicher Zusammenhang zwischen Fluidität, Hämatokrit und Harnsäure festgestellt werden. Cholesterin und Triglyzeride stellten ebenfalls einen dieser Faktoren dar und korrelierten deutlich mit einer verminderten Fließfähigkeit.

Ein Einfluß von Glukose und Albumin auf das Fließverhalten des Blutes konnte nicht mit Sicherheit nachgewiesen werden. Die untersuchten Elektrolyte (Natrium, Kalium und Chlorid) konnten nicht mit Veränderungen der Fließeigenschaften des Blutes in Verbindung gebracht werden.

BARTOLI u. Mitarb. (1982) stellten enge Zusammenhänge zwischen Blutviskosität und Hämatokrit fest.

Vergleichbare Untersuchungen über das Fließverhalten des Blutes bzw. über Veränderungen der Viskosität sind für die Tiermedizin bisher nur von SCHÜTZ (1983) bei Schweinen durchgeführt worden. Er konnte eine enge Korrelation zwischen Hämatokrit und Blutfließzeit feststellen und beobachtete eine

Verbesserung der Fließeigenschaften des Blutes und des Plasmas sowie der Hämatokritwerte unter psychischem und physischem Streß (vgl. Transport, Hitze) bei fortschreitender Klimabelastung. Die Ursache hierfür liegt seiner Meinung nach vermutlich in einer Erhöhung des Blutvolumens, die über eine Senkung der Viskosität für eine verbesserte Thermoregulation sorgt.

Erhöhungen des Blutvolumens bis zu 18 % bei entsprechend verringerten Hämatokritwerten wurden von STEINHARDT u. Mitarb. (1967) unter vergleichbaren klimatischen Belastungen nachgewiesen. Sie nehmen an, daß diese "Hämodilution" auf einen starken Blutdruckabfall während "exogener" Temperaturbelastung zurückzuführen ist.

SCHÜTZ (1983) stellte einen deutlichen Zusammenhang zwischen den Fließeigenschaften des Blutes und dem Körpergewicht fest. Gegen Mastende war bei seinen Versuchen eine deutliche Viskositätserhöhung zu verzeichnen.

Nach STEINHARDT u. LYHS (1974) sowie SEIDEL (1977) soll das relative Plasmavolumen bei Mastschweinen im Laufe der Wachstumsperiode stark abnehmen.

HÖRNICKE (1962) sieht diese Volumenveränderungen in Verbindung mit einer Abnahme des Gesamtkörperwassers und führt sie v.a. auf eine Abnahme der extrazellulären Flüssigkeit zurück.

2.3 Einfluß von Anbindestreß auf einige Blutmeßwerte

Nach Untersuchungen von BICKHARDT u. WIRTZ (1978) sowie MAAS (1976) stellt das Fixieren der Schweine mit Hilfe der Oberkieferschlinge eine sehr starke Belastung dar, die kurzfristig (innerhalb 1 - 2 Minuten) zu erheblichen hämodynamischen Veränderungen führt (s. Abb. 4).

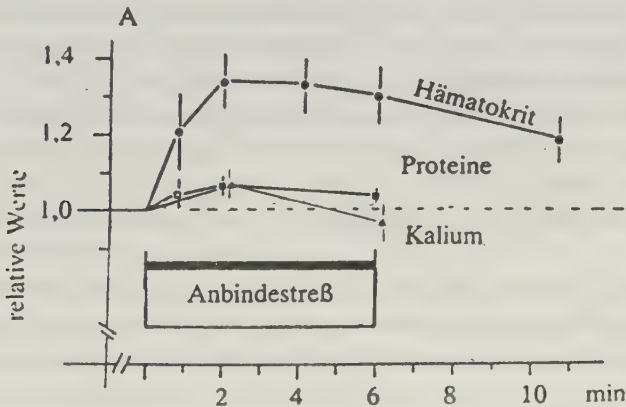


Abb.4: Einfluß von Anbindestreß (Oberkieferschlinge) auf einige Blutmeßwerte (geändert nach BICKHARDT aus (1980)).

Diese Veränderungen werden auch von BERGFELD u. Mitarb. (1977) auf einen erregungsbedingten Blutdruckanstieg zurückgeführt, der u.a. durch Katecholaminausschüttung aus dem Nebennierenmark hervorgerufen wird. Der erhöhte intravasale Filtrationsdruck führt zum Übertritt von "Wasser und niedermolekularen gelösten Plasmabestandteilen" in den interstitiellen Raum, während die Blutzellen und hochmolekularen Plasmaproteine im Gefäßsystem zurückgehalten werden.

Zusätzlich kommt es unter Adrenalineinwirkung bei Streß, wie von STEINHARDT u. Mitarb. (1969) BERGFELD u. Mitarb. (1977) und CANNON (1929) beobachtet, zur Freisetzung von Reserveblutmengen mit hohem Hämatokrit aus der Milz.

STEINHARDT u. LYHS (1972) sowie BERGFELD u. Mitarb. (1977) sehen einen direkten Zusammenhang zwischen Plasmavolumenverkleinerung und Erhöhung der Plasmaproteinkonzentration bei Streß.

BICKHARDT u. WIRTZ (1978) haben eine Erhöhung der Plasmaproteinkonzentration um fast 10 % und eine Hämatokriterhöhung um über 30 % während des Anbindens festgestellt.

Die dadurch scheinbar verbesserte Sauerstoff-Transportkapazität wird nach STEINHARDT u. LYHS (1974) sowie BERGFELD u. Mitarb. (1977) durch die Viskositätserhöhung und die damit verbundene herabgesetzte Fließfähigkeit des Blutes wieder aufgehoben.

Die adrenerge Reaktionslage (Streß) führt nach BICKHARDT u. WIRTZ (1978) innerhalb kurzer Zeit (sechs Minuten) zu einem Anstieg der Glukosekonzentration um 10 - 20 % und zu einem signifikanten Anstieg des Laktatspiegels innerhalb einer Minute.

Die Folge ist eine Azidose, die nach SCHMID-SCHÖNBEIN u. Mitarb. (1980) eine Versteifung der Erythrozytenmembran hervorrufen kann.

MAAS (1976) stellt ebenfalls eine starke Erhöhung des Blutglukosegehaltes und der Laktatkonzentration fest. Hämatokrit und Herzfrequenz erhöhten sich ebenfalls.

Nach WACHTEL u. Mitarb. (1963) reagieren Schweine bei Beunruhigung und Angst teilweise mit heftigen Blutdrucksteigerungen, die aber bei Beruhigung schnell wieder abklingen.

2.4. Klinisch-chemische Parameter

2.4.1. Erythrozyten, Hämoglobin, Hämatokrit und Leukozyten

Die **Erythrozyten** sind nach EDER (1976) die weitaus häufigsten Blutzellen. Ihre Zahl beträgt beim Schwein 6,5 Mio./mm³ mit einer Schwankungsbreite von 5 - 8 Mio./mm³. Die Anzahl der Erythrozyten hängt u.a. von Alter und Rasse ab, wird aber zusätzlich von den Haltungs- und Ernährungsbedingungen sowie von Art und Ausmaß körperlicher Belastung beeinflusst.

SCHALM (1965) gibt für das Schwein ebenfalls einen Mittelwert von 6,5 Mio./mm³ an.

KIRCHER (1976) stellte in seinen Untersuchungen an drei und sechs Monate alten Deutschen Landschweinen Erythrozytenzahlen von 5,8 Mio./mm³ bzw. 6,7 Mio./mm³ mittels Autoanalyser fest.

Die reifen Erythrozyten altern nach EDER (1976) im Verlauf von ca. 120 Tagen. Diese Alterungsprozesse vollziehen sich vor allem an der Erythrozytenmembran (Schädigung der Membranlipide).

Es ist bekannt, daß sich durch diese Alterung auch die Fließeigenschaften der Erythrozyten verschlechtern. KANEKO (1974, 1980) folgert daraus, daß die Erythrozyten dadurch eher in der Milz festgehalten und abgebaut werden.

Reife Erythrozyten haben weder Zellkern noch Mitochondrien, sie dienen vornehmlich dem Sauerstofftransport und Kohlendioxidabtransport und bestehen nach EBERHAGEN (1971) in der Trockensubstanz zu 95 % aus Hämoglobin.

Hämoglobin besteht aus einem Eisen-Porphyrin-Komplex. Es stellt nach EDER (1976) mit 13,3 g/100 ml und einer Schwankungsbreite von 10 - 16 g/100 ml den bedeutendsten Anteil der Erythrozyten dar und ist für den Transport von Sauerstoff, Kohlendioxid und Wasserstoffionen zuständig.

KIRCHER (1976) fand in seinen Untersuchungen an den bereits genannten Deutschen Landschweinen Hämoglobingehalte von 13,02 bzw. 13,4 g %.

Der Hämatokrit kennzeichnet nach EDER (1976) den Anteil der Erythrozyten am Gesamt-Blutvolumen.

Eine prozentuale Erhöhung des Hämatokritwertes im peripheren Blut resultiert nach DEUTSCH und GEYER (1969) aus einem Flüssigkeitsverlust des Plasmas (Hämokonzentration) bzw. auch aus einer Freisetzung von Erythrozyten aus der Milz in den allgemeinen Kreislauf, wie bereits von CANNON (1929) beschrieben.

SCHÜTZ (1983) konnte in seinen kapillarviskosimetrischen Untersuchungen eine enge Korrelation zwischen Hämatokrit und Fließverhalten des Blutes (relative Viskosität) sowie zwischen Hämatokrit und Körperwachstum beim Schwein feststellen.

VERAGUT u. Mitarb. (1977) geben für menschliches Blut als optimale Sauerstofftransportkapazität Hämatokritwerte von 30 % an. Die Sauerstofftransportkapazität soll über diesem Wert stark abfallen, wobei sich die Fließeigenschaften des Blutes extrem verschlechtern.

KIRCHER (1976) stellte bei sechs Monate alten Deutschen Landschweinen Hämatokritwerte von 39,9 (+/-3,4)% fest.

Bei den **Leukozyten** oder weißen Blutkörperchen handelt es sich um verschiedene Zellpopulationen, denen, wie von UNDIRTZ (1972) dargestellt, das Hämoglobin fehlt.

EDER (1976) beschreibt die Funktion der Leukozyten als vielfältig (z.B. Immunsystem) und stellt fest, daß sich nur ein geringer Teil der Leukozyten des Gesamtorganismus tatsächlich im Blut befindet und daß der Großteil außerhalb der Blutgefäße zu finden ist.

Untersuchungen von ROTTMANN (1969) zeigen, daß die Leukozytenzahl nicht nur vom Alter abhängig ist, sondern auch tagesrhythmischen Schwankungen unterliegt.

EDER (1976) gibt für das Schwein Leukozytenwerte von $12 \times 10^3/\mu\text{l}$ mit einer Schwankungsbreite von $8 - 16 \times 10^3/\mu\text{l}$ an.

KIRCHER (1976) stellte bei drei bis sechs Monate alten Deutschen Landschweinen $12,1$ bis 14×10^3 Leukozyten/ μl fest.

2.4.2. Glukose, Harnsäure, Calcium, anorganischer Phosphor, alkalische Phosphatase, Harnstoff-N, Creatinin, CK, Gesamtbilirubin, LDH, GPT (AST) und GOT (ALT)

Für Glukose sind beim Schwein in der Literatur recht unterschiedliche Werte zu finden, die sicher auf die bereits dargestellten Veränderungen bei der Blutentnahme und auf unterschiedliche Untersuchungsmethoden zurückzuführen sind.

WEGE (1967) hat die für das Schwein von verschiedenen Untersuchern angegebenen Blut-, Plasma- und Serumglukosewerte in einer Tabelle dargestellt.

Nach Untersuchungen von REETZ (1964) führen Erhöhungen der Körpertemperatur beim Schwein zu einem Absinken der Glukosewerte.

Auch STEINHARDT u. GRAUL (1970) haben bei unterschiedlichen Temperaturen und körperlicher Belastung eine Änderung der Glukosewerte festgestellt.

Ebenso fanden STUDZINSKI u. Mitarb. (1967) eine enge Korrelation der Blutglukosekonzentration zur Körpertemperatur.

MARSHALL u. Mitarb. (1973) haben tagesrhythmische Schwankungen der Glukosewerte bei jungen Miniaturschweinen beobachtet. KIRCHER (1976) stellte in seinen Untersuchungen bei drei bis sechs Monate alten Deutschen Landschweinen Glukosewerte von 82 (+/-8) mg% mittels Autoanalyser fest.

MUYLLE u. Mitarb. (1968) haben den Einfluß der Laktatkonzentration auf den Glukosegehalt untersucht und nach Verabreichung von Milchsäure eine davon abhängige Erhöhung des Glukosegehaltes festgestellt; sie haben auch bewiesen, daß die metabolische Azidose eine Hyperglykämie verursachen kann. Eine deutliche Erhöhung der Glukosekonzentration zeigte sich bei den Versuchen nach Injektion von Adrenalin unter Anästhesie.

PFLÜGER (1964) hat die Ursachen der "Narkosehyperglykämie" untersucht und festgestellt, daß die Atemdepression unter Wirkung der Narkotika eine Azidose verursacht.

Nach ROHLEDER (1976) wird der Glukosegehalt durch die Neuroleptanalgesie mit Azaperon und Metomidat nicht merkbar beeinflusst.

Die Harnsäure ist im Harn der meisten Haussäugetiere nur in Spuren vorhanden. Nach SCHEUNERT und TRAUTMANN (1976) liegt die Erklärung dafür im Vorhandensein der Urikase, die Harnsäure zu Allantoin abbaut.

KIRCHER (1976) hat bei Deutschen Landschweinen Harnsäurewerte zwischen 0,23 und 0,47 mg% festgestellt.

BRONSCH (1976) beschreibt Calcium zusammen mit Phosphat als lebensnotwendigen Bestandteil des Blutes.

Etwa 99 % des Calciums im Organismus sind im Skelett in Form von Hydroxylapatit gebunden. Im Blut befindet sich Calcium fast nur im Plasma; die Erythrozyten enthalten nur sehr wenig Calcium.

LEUTHARDT (1963) weist auf die wichtige Funktion des Calciums bei der Blutgerinnung, der Muskelkontraktion und bei der Übertragung von Nervenimpulsen hin.

GANONG (1971) führt die Bedeutung der freien Calciumionen für Herz- und Skelettmuskulatur an.

WEGE (1967) fand in seiner Literaturstudie sehr unterschiedliche Calciumwerte beim Schwein.

ENGLERT (1966) erarbeitete mit der Methode nach ALBERS für tragende Jungsauen Calciumwerte von 10,62 mg%, für tragende Altsauen 10,44 mg% und für säugende Altsauen 10,64 mg%.

BEHRENS (1962) untersuchte mit derselben Methode die Calciumwerte bei Sauen nach Kaiserschnitt bzw. Normalgeburten. Vor Applikation von Thiogenal und Hostacain stellte er Werte von 9,32 mg% fest, nach Thiogenal 8,95 mg% und nach Hostacain 8,94 mg% sowie 9,66 mg% nach Normalgeburten.

In Untersuchungen über die Belastungsmyopathie beim Schwein konnte MAYER (1986) nach Ruhewerten von 2,61 mval zu Beginn einer Laufarbeit eine leichte Erhöhung der Calciumkonzentration auf 2,84 mval feststellen, die während der Laufbelastung bis 24 Stunden danach auf 2,63 mval zurückging.

KIRCHER (1976) fand in seinen Untersuchungen mit dem Autoanalyser bei Deutschen Landschweinen im Alter von drei und sechs Monaten Werte zwischen 9,5 und 10,5 mg/100 ml.

Calcium und anorganischer Phosphor hängen gegenseitig voneinander ab, da sie gemeinsam in den Knochen eingebaut und auch gleichzeitig mobilisiert werden. Nach BRONSCH (1976) liegt der Plasmaphosphatspiegel beim Schwein zwischen 4 und 7 mg/100 ml. Im Plasma liegt das anorganische Phosphat zu 43 % in ionisierter Form, zu 12 % proteingebunden und zu 45 % als Komplexverbindung vor. Die Phosphatkonzentration innerhalb der Erythrozyten ist wesentlich höher als im Plasma, da das Phosphat eine wichtige Rolle bei der Sauerstoffübertragung der Erythrozyten auf die Gewebe spielt.

WEGE (1967) beschreibt eine größere Schwankungsbreite des anorganischen Phosphats hinsichtlich der physiologischen Konzentration als beim Calcium.

ENGLERT (1966) stellte bei tragenden Jungsauen Werte von 7,84 mg%, bei tragenden Altsauen 6,16 mg% und bei säugenden Altsauen 6,27 mg% fest.

Untersuchungen an Kaiserschnittsauern ergaben nach BEHRENS (1962) Werte von 8,14 mg% im Gegensatz zu 8,21 mg% bei Sauen mit Normalgeburten.

Bei drei und sechs Monate alten Deutschen Landschweinen fand KIRCHER (1976) Serumphosphatgehalte zwischen 8,31 und 7,69 mg%.

Die **alkalische Phosphatase** kommt in allen tierischen und menschlichen Geweben vor und ist nach SCHEUNERT und TRAUTMANN (1976) ein wichtiger Indikator für den Knochenauf- und -abbau.

Über die Aktivitäten der alkalischen Phosphatase beim Schwein fand ENGLERT (1966) in seiner Literaturübersicht wenig Angaben.

Dieses Enzym zeigt nach Untersuchungen von KIRCHER (1976) besonders hohe Aktivitäten während der Wachstumsperiode. Bei drei Monate alten Deutschen Landschweinen weist die alkalische Phosphatase Aktivitäten von 180 mU/ml auf, bei den sechs Monate alten nur noch 100 mU/ml.

Der **Harnstoff-N** stammt vom Proteinabbau, der nach VOGEL und GARTNER (1976) ausschließlich in der Leber stattfindet. KIRCHER (1976) stellte bei den drei und sechs Monate alten Deutschen Landschweinen Harnstoff-N-Werte von 16,0 und 16,3 mg% fest.

Creatinin entsteht als Endprodukt des Creatinabbaus, wird in der Niere glomerulär filtriert und erscheint im Primärharn in der gleichen Konzentration wie im Plasma. Veränderungen in der Creatininkonzentration ergeben sich nach DEUTSCH und GEYER (1969) bei Nierenfunktionsstörungen.

MARSHALL u. Mitarb. (1972) ermittelten bei vier und sechs Monate alten Hanford Miniaturschweinen Creatininwerte von 0,86 (+/- 0,09) mg/100 ml mit dem Autoanalyser.

KIRCHER (1976) konnte mittels Autoanalyser Creatininwerte von 1,31 mg% bei drei Monate alten und 1,48 mg% bei sechs Monate alten Deutschen Landschweinen feststellen.

EBERHAGEN (1971) beschreibt die CK als ein zytoplasmatisches Zellenzym, das v.a. in der quergestreiften Muskulatur, im Herzmuskel sowie im Gehirn vorkommt.

Die CK katalysiert nach STRYER (1981) den Transfer einer Phosphorylgruppe von Creatin-Phosphat auf ADP unter Bildung von ATP. Ein Anstieg der CK-Aktivität im Serum ist z.B. bei schwerer körperlicher Arbeit oder nach einem Herzinfarkt zu beobachten.

Nach CARDINET u. STEPHENS-ORVIS (1980) sowie KRAMER (1980) enthalten nur Herz- und Skelettmuskel CK in ausreichender Menge, um Veränderungen der CK-Aktivität im Serum hervorrufen zu können. Jede Erhöhung ist der spezielle Hinweis auf einen Muskelschaden, da der Anstieg der CK-Serumaktivität auf einen CK-Verlust der Muskelzelle infolge einer Veränderung der Membranpermeabilität (durch Gewebshypoxie und Veränderungen der zellulären Energiebilanz) zurückzuführen ist. Beim Schwein speziell wird von extrem erhöhten CK-Werten v. a. in Zusammenhang mit belastungsbedingten Myopathien berichtet.

Diesbezüglich stellt BICKHARDT (1970) die Aussagekraft der CK-Aktivität in den Vordergrund. Die Enzyme GOT, GPT und LDH sind erst von zweitrangiger Bedeutung. Da die GOT ubiquitär vorkommt, ist ihre Aussagekraft in bezug auf Streßanfälligkeit verglichen mit der CK gering.

Nach BICKHARDT (1980) kommt es beim Schwein bei allen psychischen und physischen Belastungen zu einem Anstieg der Creatin-Kinase-Aktivität nach 3 - 10 Stunden.

Enge Korrelationen zwischen einer Erhöhung der CK-Werte und Streßempfindlichkeit wurden auch von LENGERKEN und ALBRECHT (1981) sowie WAGINGER (1981) nachgewiesen.

WILMS-SCHULZ KUMP(1982) untersuchte die Anwendbarkeit des CK-Testes an Läufer scheinen und konnte feststellen, daß Voraus sagen über Streßanfälligkeit und Fleischqualität im Läufer al ter nicht in dem Maße getroffen werden können, wie sie der CK-Test beispielsweise bei schlachtreifen Schweinen zuläßt.

RICHTER u. Mitarb. (1983) ermittelten einen engen Zusammen hang zwischen Merkmalen der Fleischqualität und der Höhe des Creatin-Kinase-Spiegels im Blut bei Schweinen nach motori schen Belastungen.

Extrem hohe CK-Aktivitäten im Blutplasma von über 10 000 U/l nennt BICKHARDT (1980) beim Nachweis der akuten Rückenmuskel nekrose.

MAYER (1986) untersuchte den Verlauf der Creatin-Kinase-Kon zentration bei Schweinen nach definierter Belastung und stellte bereits sechs Stunden nachher die höchsten CK-Aktivi täten fest; 24 Stunden danach waren die Werte deutlich nied riger, erreichten aber bei sechs von acht untersuchten Grup pen den Ausgangswert nicht.

KRAFT (1973) stellte bei seinen Untersuchungen an Schlachtschweinen nach dem Antransport am Schlachthof bereits von der ersten Stunde an eine signifikante Steigerung der CK-Werte fest.

ALLEN und PATTERSON (1971) stellten einen signifikanten Unterschied in der Aktivität der CK aus Ohrvenenblut und Blut das nach dem Schlachten von Large White Schweinen entnommen wurde fest und weisen deshalb auf die Bedeutung der Blutentnahmetechnik hin.

Die von MARSHALL u. Mitarb. (1972) nach der Ultraviolett-Methode ermittelten Werte bei acht Monate alten Hanford Schweinen belaufen sich auf 54,8 IE/ml.

KIRCHER (1976) stellte bei seinen drei und sechs Monate alten Deutschen Landschweinen CK-Aktivitäten von 1139 bzw. 1146 mU/ml fest.

Die Schwierigkeit des Vergleiches der Werte über **Gesamtbilirubin** führt WEGE (1967) in seiner Literaturstudie auf die unterschiedlichen Bestimmungsmethoden zurück.

Das Hämoglobin aus gealterten Erythrozyten wird in der Milz unter Fe-Abgabe über Biliverdin zu Bilirubin abgebaut.

Übers Blut gelangt Bilirubin an Albumin gebunden in die Leber, wo es durch Bindung an Glucuronsäure besser wasserlöslich gemacht wird.

Die Ermittlung des Gesamtbilirubins spielt nach SCHEUNERT u. TRAUTMANN (1976) eine große Rolle bei Leber- und Gallenwegserkrankungen.

Durch massiven Erythrozytenzerfall (z.B. bei hämolytischen Anämien) kommt es laut KARLSON (1974) zu einem starken Anstieg der Bilirubingehalte im Serum.

HANTSCHMANN (1960) untersuchte den Bilirubingehalt bei 102 Sauen während der Geburt und in den ersten Tagen des Puerperiums. Er stellte ein Ansteigen der Bilirubinwerte bis zur Geburt bzw. 1 - 2 Tage danach fest. Nach 2 - 4 Tagen sank der Bilirubinspiegel wieder auf physiologische Werte zurück.

Bei vier bis acht Monate alten Hanford Miniaturschweinen wurden von MARSHALL u. Mitarb. (1972) durchschnittliche Werte von 0,16 mg/100 ml festgestellt.

KIRCHER (1976) fand bei den bereits genannten Deutschen Land-schweinen Gesamtbilirubinwerte von jeweils 0,35 und 0,19 mg%.

Die LDH befindet sich nach DEUTSCH und GEYER (1969) in allen Körperzellen und katalysiert die Umsetzung von Milchsäure in Brenztraubensäure und umgekehrt. Die Reaktion Pyruvat zu Laktat läuft in den Zellen von höheren Organismen bei Sauerstoffmangel ab.

KRAFT (1973) stellte bei Untersuchungen an Schlachtschweinen zwei, vier und sechs Stunden nach Ankunft der Tiere am Schlachthof Erhöhungen der LDH-Werte fest.

MARSHALL u. Mitarb. (1972) untersuchten die LDH mit Hilfe von Autoanalysern und stellten bei den genannten Hanford Miniaturschweinen durchschnittliche Aktivitäten von 507,1 IE/ml fest.

KIRCHER (1976) verwendete für seine Untersuchungen ebenfalls einen Autoanalyser und beschreibt die LDH-Aktivitäten bei den Schweinen der Deutschen Landrasse mit 597 und 557 mU/ml.

Die GPT (AST) ist ein zytoplasmatisches Zellenzym, das v.a. in der Leber zu finden ist. Die GOT (ALT), die zu 70% in den Mitochondrien und nur zu 30 % im Zytoplasma anzutreffen ist, wirkt in verschiedenen Organen. Nach BADE (1969) sind die Transaminasen beim Schwein noch nicht ausreichend untersucht.

Bei Zellnekrosen unterschiedlichster Ätiologie kommt es zu einem Anstieg der GOT-Serumaktivitäten, der aber, wie KRAMER (1980) ausführt keine Aussage des Enzyms über die Herkunft zuläßt.

Zur diagnostisch bedeutsamen Feststellung der Herkunft der GOT sollte nach PLONAIT (1980) beim Schwein eine gleichzeitige Bestimmung der CK-Aktivität vorgenommen werden.

PLONAIT (1980) führt eine alleinige Erhöhung der GOT Werte auf einen erheblichen Leberschaden zurück und gibt für das Schwein eine Halbwertszeit für die GOT von fünf Stunden an. Über eine statistisch nicht abzusichernde Erhöhung der GPT-Aktivitäten an Schlachtschweinen nach dem Transport zum Schlachthof wird von KRAFT (1973) berichtet.

VERTER und BUSCH (1971) erarbeiteten bei zehn Monate alten Deutschen Landschweinen für die GPT Aktivitäten von 3,6 IE und für die GOT 8,15 IE.

MARSHALL u. Mitarb. (1972) ermittelten mit Hilfe eines Autoanalysers bei Hanford Miniaturschweinen im Alter von vier bis acht Monaten Serumaktivitäten für die GPT von 9,7 IE/ml und für die GOT 9,5 (+/- 2,89) IE/ml.

KIRCHER (1976) erhielt mit dem Autoanalyser bei den bereits mehrmals genannten Schweinen für die GPT Werte von 71 bzw. 55 mU/ml und für die GOT Werte von 66 bzw. 46 mU/ml.

2.4.3. Gesamteiweiß, Albumin, Cholesterin, Triglyzeride, Natrium, Kalium, Chlorid und Eisen

In der Serumproteinzusammensetzung sind wegen des schnellen Wachstums und des dadurch gesteigerten Stoffwechsels beim Schwein altersbedingte Unterschiede zu beobachten. BOLLWAHN (1959) fand z.B. einen extrem hohen Gehalt an **Gesamteiweiß** bei Ebern über 200 kg Körpergewicht.

Eine umfangreiche Darstellung der Gesamteiweißkonzentration bei verschiedenen Altersgruppen mit unterschiedlichen Untersuchungsmethoden wurde von WEGE (1967) erarbeitet.

SCHULZE (1964) fand bei der Untersuchung von Schlachtschweinen einen Wert von 7,4 g/100 ml und gibt eine Schwankungsbreite von 6,76 bis 8,04 g/100 ml nach der Methode von ABDERHALDEN an.

KOLB (1962) gibt ähnliche Werte an (7,5 g/100 ml) ohne genauere Angaben über Bestimmungsmethode und Rasse.

MARSHALL u. Mitarb. (1972) haben mit Hilfe eines Autoanalyzers einen Wert von 7,38 g/100 ml bei vier und acht Monate alten Hanford Miniaturschweinen festgestellt.

KIRCHER (1976) untersuchte u.a. drei bis sechs Monate alte Deutsche Landschweine unter Anwendung einer modifizierten Biuretreaktion. Er fand Werte zwischen 6,25 g/100 ml (+/- 0,44) im 3. Monat und 7,24 g/100 ml (+/- 0,32) im 6. Monat.

Alter und Ernährung spielen nach WEGE (1967) auch eine große Rolle bei der Untersuchung der Serumkonzentration an **Albumin**. Bei einem Vergleich der Werte sollten deshalb nicht nur die Bestimmungsmethoden, sondern zusätzlich in besonde-

rem Maße die herangezogene Tierspezies und Rasse beachtet werden. Eine Abnahme der Albumine im Serum führt zu einer Stabilitätsminderung des kolloidosmotischen Druckes.

SCHULZE (1964) hat eine große Schwankungsbreite im Serumalbumingehalt von Schweinen festgestellt. Er gibt einen Mittelwert von 4,15 g% an mit einer Schwankungsbreite von 3,49 bis 4,18 g%.

KIRCHER (1976) fand einen Zusammenhang des Anstiegs der Albuminkonzentration und einer Zunahme des Körpergewichts. In elektrophoretischen Untersuchungen betrug der Albumingehalt bei drei Monate alten Deutschen Landschweinen 1,21 g% und bei sechs Monate alten 1,73 g%.

BRAUER u. Mitarb. (1976) haben in ihren Untersuchungen über den Zusammenhang veränderter Fließeigenschaften des Blutes mit Gefäßerkrankungen beim Menschen ein gehäuftes Vorkommen von Harnsäure und **Triglyzeriden** (Neutralfetten) festgestellt.

DAHME (1968) hat die Neigung zu arteriosklerotischen Veränderungen wie sie vom Menschen her bekannt sind, sowohl beim Haus- als auch beim Wildschwein nachgewiesen.

PUSCHNER u. Mitarb. (1969) bestimmten in Untersuchungen an zwei Gruppen Deutscher veredelter Landschweine die Serumcholesterinwerte nach ZAK u. Mitarb. mit 131 (+/- 24) bzw. 125 (+/- 18) mg/100 ml.

MARSHALL u. Mitarb. (1972) fanden bei vier bis acht Monate alten Hanford Miniaturschweinen einen Wert von 71,1 (+/- 1,9) mg/100 ml mit der Farbtestmethode nach WATSON. Bei Schweinen derselben Rasse untersuchten sie auch die Triglyzeride und stellten bei der genannten Altersgruppe einen Wert von 36,02 (+/- 5,64) mg/100 ml fest.

KIRCHER (1976) ermittelte Triglyzeride und Cholesterin mit dem Autoanalyser. Bei drei Monate alten Deutschen Landschweinen lagen die Werte für Triglyzeride bei 56,4 mg % und für Cholesterin bei 140 (+/- 24) mg%, bei sechs Monate alten erhielt er für Triglyzeride Werte von 56,7 mg% und für Cholesterin 108 mg%.

Natrium bestimmt Volumen und osmotischen Druck der extrazellulären Flüssigkeit und ist nach KOLB (1962) maßgeblich an der Aufrechterhaltung des Säure-Basen-Gleichgewichts beteiligt.

Vergleichende Untersuchungen von SCHRÖTER (1962) über die Natriumkonzentration im Blutserum von Schweinen verschiedener Gewichtsklassen zeigen einen Anstieg des Natriumgehalts mit steigendem Körpergewicht.

Unmittelbar nach Laufarbeit zeigte sich nach Untersuchungen von MAYER (1986) bei Deutschen Landschweinen ein Anstieg der Natriumkonzentration auf die höchsten Werte.

Eine signifikante Erniedrigung des Natriumgehaltes wurde von KOLB (1962) nach Adrenalektomie und von GEBAUER u. PLOETZ (1958) beim Herztod der Schweine festgestellt.

Die Natriumbestimmung erfolgt heute fast ausschließlich, wie bereits von WEGE (1967) in ausführlichen Untersuchungen erarbeitet, flammenphotometrisch. Als Wert wird relativ einheitlich 300 - 360 mg/100 ml (= 129,5 - 155,6 mval) angegeben. KIRCHER (1976) fand in seinen Untersuchungen Konzentrationen von 140,9 (+/- 9,4) mval und 145,6 (+/- 2,0) mval bei seinen drei bzw. sechs Monate alten Deutschen Landschweinen.

Die Analyse der Gewebe zeigt nach LEUTHARDT (1963) im Gegensatz zur extrazellulären Flüssigkeit ein Überwiegen der Werte an Kalium.

WEGE (1967) verglich Serumkaliumwerte verschiedener Untersuchungen und stellte erhebliche Unterschiede fest, die möglicherweise auf verschiedene Bestimmungsmethoden zurückzuführen sind.

HEBESTEDT (1983) untersuchte die Kombinationsanästhesie mit Azaperon und Etomidate bei Schweinen und ermittelte einen leichten aber signifikanten Anstieg des Serumnatriumspiegels um maximal 4,7 mval/l sowie eine nicht signifikante Senkung des Kaliumspiegels, der sich dann wieder normalisierte.

Kurz nach Laufbelastung konnte MAYER (1986) bei Schweinen der Deutschen Landrasse die höchsten Kaliumwerte feststellen, wobei eine der untersuchten Gruppen zehn Minuten bis eine Stunde nach dem Lauf mit einem Absinken auf den tiefsten Wert reagierte.

Nach BICKHARDT u. WIRTZ (1978) führt Anbindestreß beim Schwein bis zur 2. Minute zu einem leichten Anstieg der Kaliumkonzentration, die bereits nach sechs Minuten geringgradig unter dem Ausgangswert liegt.

KRAFT (1973) stellt bei seinen Untersuchungen an Schlachtschweinen einen Anstieg des Kaliumwertes fest, von der 2. Stunde an konsequent abfiel.

Als Normalwert gibt KOLB (1962) 20 mg/100 ml (= 4,12 mval) für das Schwein an.

Eine Schwankungsbreite von 17 bis 20,3 mg/100 ml (= 4,3 - 5,2 mval) ist nach SCHEUNERT u. TRAUTMANN (1976) durchaus physiologisch.

Ein Zusammenhang zwischen dem Alter der Tiere und dem Serumkaliumgehalt konnte von SCHRÖTER (1962) nicht nachgewiesen werden.

KIRCHER (1976) beobachtete eine Abhängigkeit des Kaliumgehaltes vom Nahrungsangebot.

Chlorid gilt als Gegenion des Natriumions und ist in Körpersäften hauptsächlich an Natrium und nur zu einem kleinen Teil an Kalium gebunden. Es folgt dem Natrium passiv aus isoelektrischen Gründen.

WEGE (1967) weist darauf hin, daß die Erythrozytenmembran in vitro für Chlorid passierbar ist und mißt der Zeitspanne zwischen Blutentnahme und -verarbeitung eine große Bedeutung bei.

SCHEUNERT u. TRAUTMANN (1976) geben für Chlorid einen Schwankungsbereich von 340 bis 390 mg/100 ml (= 95,9 - 110 mval) an.

Nach KOLB (1962) liegt der Serumwert beim Schwein bei 370 mg/100 ml (104,3 mval).

KIRCHER (1976) hat Chlorid mit Hilfe eines Autoanalysers ermittelt und bei Deutschen Landschweinen Werte von 100,0 bis 100,5 mval gemessen.

Eisen ist in erster Linie funktioneller Bestandteil des Hämoglobins (70 %) und findet sich im Myoglobin sowie in einigen Enzymen. Nach BRONSCH (1976) schwankt der Eisengehalt im Serum beim Schwein zwischen 105 und 145 µg/100 ml.

WEGE (1967) trug in seiner Literaturstudie Fe-Werte zusammen, die von kaum meßbaren Serumkonzentrationen beim Ferkel bis fast 400 µg/100 ml beim erwachsenen Schwein reichten.

KLAUS (1957) fordert wegen der von ihm festgestellten Beeinflussung durch Fütterung und Tageszeit, daß die Fe-Werte morgens und am nüchternen Tier zu ermitteln sind. Bei 50 - 100 kg schweren Deutschen Edelschweinen stellte er Serumkonzentrationen zwischen 128 und 237 µg/100 ml fest.

KIRCHER (1976) gibt für drei und sechs Monate alte Deutsche Landschweine mit 55 bis 136 µg/100 ml einen weiten Bereich für seine Werte an.

2.4.4. G-GT, saure Phosphatase, Kupfer, Magnesium und Zink

Über die Aktivitäten der G-GT sowie der sauren Phosphatase im Schweineserum sind in der Literatur kaum Angaben zu finden.

Die G-GT wird zur Diagnostik von Lebererkrankungen herangezogen, obwohl die höchste Aktivität dieses Enzyms nach TSCHUDI (1983) in der Nierenrinde, die zweithöchste im Pankreas und die dritthöchste in der Leber gemessen wird.

Für das Münchner Miniaturschwein "Troll" werden vom Züchter G-GT-Aktivitäten von 20 - 32 U/l angegeben.

Die saure Phosphatase ist eine Phosphomonoesterase, deren Aktivitäten sich nach KARLSON (1974) bei einem pH-Optimum um 5 bewegen.

Kupfer gehört zu den essentiellen Spurenelementen und spielt, wie von BRONSCH (1976) dargestellt, eine wichtige Rolle bei enzymatischen Vorgängen sowie bei der Blutbildung.

CUNNINGHAM (1931) erläutert die Beteiligung des Kupfers beim Einbau von Eisen in das Hämoglobin.

Nach Angaben von BRONSCH (1976) schwankt der Cu-Gehalt beim Schwein zwischen 80 und 220 µg/100 ml.

WEGE (1967) gibt in seiner Literaturübersicht der einzelnen Autoren Cu-Serumkonzentrationen von 200 µg/100 ml mit Schwankungen bis 300 µg/100 ml für das erwachsene Schwein an.

Magnesium ist für den Organismus ein lebenswichtiger Mineralstoff, der wie von BRONSCH (1976) beschrieben, eine große Bedeutung bei enzymatischen Stoffwechselvorgängen hat. Nach seinen Angaben liegt der Mg-Gehalt im Plasma bei 1,5 - 3 mg/100 ml.

KRAFT (1973) ermittelte einen Abfall des Magnesiumwertes bei Schlachtschweinen, der sechs Stunden nach Aufstallung am Schlachthof seinen tiefsten Punkt erreicht hatte.

WEGE (1967) weist auf die großen Unterschiede in den Angaben der Autoren hin und führt diese auf die unterschiedlichen Bestimmungsmethoden zurück.

SCHULZE (1953) fand in seinen Untersuchungen trotz gewisser rasse- und altersabhängiger Unterschiede weitgehend gleichbleibende Mg-Serumspiegel zwischen 2,12 mg% und 3,24 mg% bei klinisch gesunden Schweinen.

Zink ist im Blutplasma fest an Globulin und locker an Albumin gebunden. BRONSCH (1976) gibt als allgemeinen Zink-Plasmaspiegel 50 - 140 µg/100 ml an und weist darauf hin, daß Vollblut fast die doppelte Konzentration aufweist.

Dies ist nach MEYER zu ALLENDORF (1959) auf den hohen Zinkgehalt der Erythrozyten (75 %) zurückzuführen.

Der Literaturübersicht von WEGE (1967) ist ein durchschnittlicher Zinkgehalt von 77,9 µg/100 ml bei Schlachtschweinen bzw. 178,0 µg/100 ml bei tragenden Jungsauen und 79,4 µg/100 ml bei Sauen in der Geburt zu entnehmen.

3. Eigene Untersuchungen

3.1. Material

Als Versuchstiere dienten insgesamt 51 Schweine der Rasse "Troll" des Institutes für Klinische Biochemie und Pharmakologie, Medical Service Tierhaus, Obergrießgraben (Niederbayern).

Es wurden 46 Schweine im Vor- und Hauptversuch (Prüfungsabschnitt I) im Tierhaus und 5 im Kontrollversuch (Prüfungsabschnitt II) in der Klinik verwendet. Bei den Tieren handelt es sich um eine Vier-Rassen-Kreuzung (DL, Pit, DE, LW).

Der spezielle Boden, auf dem die Tiere in der Anlage stehen, Norament^R-Profilboden (Kautschuk) und Tenderfoot^R-Boden (kunststoffummanteltes Streckmetallgitter) erfordert jährlich zweimalige Klauenpflegemaßnahmen, da der Hornabrieb der Klauen relativ gering ist. Dazu müssen die Schweine in Narkose gelegt werden.

Die Mutterschweine werden im Wartestall in Einzelboxen gehalten. Sie erhalten zweimal täglich (um 07.00 Uhr und um 14.00 Uhr) Standardfutter für Zuchtsauen und Wasser ad libitum über eine Selbsttränke.

Alle Tiere haben hinreichendes Tageslicht und werden bei + 18° C (+/- 1 Grad) bei einem Luftwechsel von DIN x 2 gehalten. Die Unterdrucklüftung gewährleistet eine Luftwechselrate von 6 x pro Stunde. Die Luftgeschwindigkeit ist eingestellt auf weniger als 0,1 m/sec.

Die DIN-Norm für Schadgase wird stets um 50 % unterschritten. NH_3 , H_2S und CO_2 bewegen sich an der unteren Grenze der analytischen Erfäßbarkeit.

Die relative Luftfeuchtigkeit beträgt 45 bis 50 %.

Für die Untersuchung wurden nur klinisch gesunde Tiere herangezogen. Das Gewicht der Jungsauen betrug 110 - 120 kg; die Muttersauen waren ca. 130 - 160 kg schwer.

3.2 Methodik

3.2.1 Neuroleptanalgesie

Für die Neuroleptanalgesie wird heute in der Schweinepraxis anstelle der früher häufig verwendeten Barbiturate das Neuroleptikum Azaperon und das Hypnotikum Metomidat verwendet. Durch die gemeinsame Applikation beider Substrate kann eine ausreichende, tierschonende allgemeine Anästhesie bei guter Entspannung der Muskulatur erreicht werden, so daß bei geübter Mannschaft die Durchführung der Klauenpflegemaßnahmen ohne Abwehrreaktionen der Tiere gewährleistet ist.

Es kam Azaperon (Stresnil®) in einer Konzentration von 40 mg/ml zur Anwendung. 1 ml der Injektionslösung von Metomidat (Hypnodil®) enthielt 50 mg Metomidat-hydrochlorid.

Die Dosierung betrug beim Stresnil 1,5 ml/100 kg Körpergewicht und beim Hypnodil 7,5 ml/100 kg KGW.

Bei allen Tieren wurden Azaperon und Metomidat gleichzeitig langsam (Injektionszeit 20-30 Sekunden) intravenös (Ohrvene nach Stau) in der Mischspritze verabreicht.

Die Narkose trat bei allen Tieren bereits während der Injektion bzw. sofort in Anschluß daran ein und hielt zwischen 45 bis 60 min. an.

3.2.2. Methodik zum Legen des Katheters

Die nüchternen Schweine werden mit Hilfe einer Oberkieferschlinge fixiert. Anschließend wird eine Braunüle der Größe 1 (Braun, Melsungen) in die Ohrvene gelegt und fixiert. Über die Braunüle wird Stresnil und Hypnodil gemeinsam in der vorgeschriebenen Dosierung verabreicht.

Nach Eintritt der Narkose erhalten die Tiere Laevulose/Hypnodil (5 ml Hypnodil auf 500 ml Laevulose) im Dauertropf. Nachdem sich die Tiere in einer ausreichend tiefen Narkose befinden, wird ein Hautschnitt in der Drosselrinnengegend angelegt, die Vena jugularis freipräpariert und ein Venenkatheter (ERU-Ernährungs-sonde Größe 2, Fa. Rüschi, Waiblingen) in die Vena jugularis eingeführt und mit einer Tabaksbeutelnaht fixiert.

Dieser Verweilkatheter wird subkutan zum Nacken geführt, durch die Haut gezogen und an der Austrittsstelle mit Leukoplast befestigt.

Der Katheter wird auf Durchgängigkeit geprüft und das Katheterlumen täglich, sowie nach jeder Blutentnahme mit physiologischer Kochsalzlösung aufgefüllt.

3.2.3. Blutentnahme

Die venöse Blutentnahme erfolgte aus der Vena jugularis externa bzw. aus der Vena cava cranialis mit dem BECTON DICEN-SEN^R-Vacutainer-System.

Für die Serumgewinnung wurden sterile 10-ml-Vakuumröhrchen (PLAIN (Z) BD Nr. 6530), für die hämatologischen Untersuchungen und für die Viskosimetrie wurden 7-ml-Vakuumröhrchen, die zur Vermeidung einer Gerinnung mit K-EDTA beschichtet waren (EDTA (K3E) BD Nr. 6536) eingesetzt. Für die Blutentnahme wurden Sonder-Kanülen (1,2 x 100 mm) verwendet, die mit Hilfe eines Adapters mit Luer-Konus auf den Halter geschraubt wurden.

Da bei der üblichen Methode der Blutentnahme aus der Ohrvene nach Anlegen einer Staubinde nur relativ geringe Blutmengen schonend gewonnen werden können, die für die vorliegende Arbeit aber nicht ausreichten, wurde die Blutabnahme nach der oben beschriebenen Methode gewählt, da hierbei ohne Schwierigkeiten die notwendigen 44 ml Blut entnommen werden konnten.

Für die Serumherstellung zur Bestimmung der biochemischen Parameter wurden 30 ml Vollblut, für die Bestimmung der Fluidität und der hämatologischen Parameter wurden 14 ml Vollblut benötigt.

Die Blutentnahme erfolgte auf drei verschiedene Weisen:

1. am stehenden, fixierten nicht narkotisierten Tier

Bei größeren Schweinen soll nach BOLLWAHN u. Mitarb. (1982) keine Blutentnahme ohne Fixation vorgenommen werden, da ständig mit Abwehrbewegungen des Tieres gerechnet werden muß. Die Entnahme des Blutes erfolgte durch Punktion der Jugularvene wie von BOLLWAHN u. Mitarb. (1982) beschrieben.

Zur Blutentnahme vor der Narkose werden die Schweine mit Hilfe einer Oberkieferschlinge fixiert. Der Kopf des Tieres wird dabei soweit angehoben, daß der Hals gerade und gestreckt verläuft. Diese Art der Fixation beeinflußt entscheidend Sicherheit und Schnelligkeit der Blutentnahme.

Die Fixierung des Tieres und die Entnahmetechnik wurden so standardisiert, daß der damit verbundene Streß für das einzelne Schwein möglichst kurz war. Wie BICKHARDT (1980) berichtet, treten durch den Manipulationsstreß beim Schwein innerhalb weniger Minuten nach Beginn des Anbindens Veränderungen einiger Blutmeßwerte auf, die nach zwei Minuten auf einem erhöhten Niveau ein bestimmtes Plateau bilden (s. Abb. 4). Dieses "Plateau" wurde abgewartet, um Schwankungen, die sich aus einem steigenden Trend der Blutparameter ergeben auszuschließen, d.h. die Blutentnahme erfolgte erst drei Minuten nach Beginn der Fixierung.

Das Aufsuchen der Einstichstelle, die am Rande des Musculus brachiocephalicus auf der Linie zwischen der Spitze des Brustbeines und dem Vorderrand des Buggelenks liegt, geschieht folgendermaßen:

Als Rechtshänder legt man den Mittelfinger der linken Hand auf die Brustbeinspitze, der abgespreizte Daumen wird auf den vorderen Rand des Buggelenks gelegt und mit dem Zeigefinger wird die oben genannte Linie aufgesucht.

Die Kanüle wird zügig durch die Haut gestochen, dann in dorso-medio-kaudaler Richtung geschoben. Das auf die Kanüle aufgesetzte Vakuumröhrchen wird vorgeschoben und bei der Perforation der Vene strömt das Blut ins Vakuum-Röhrchen. Kanüle und Halter werden in dieser Position fixiert und das Röhrchen entfernt. Bei den folgenden Röhrchen wird genauso verfahren.

2. am liegenden, narkotisierten Tier

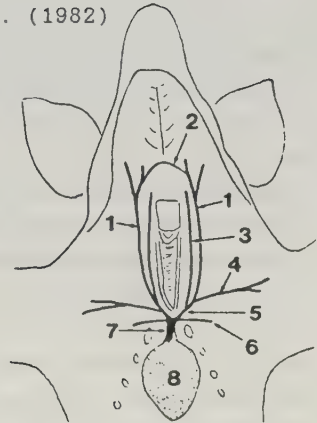
Das Auffinden der Einstichstelle für die Punktion der Jugularvene wurde am Tier in Narkose durch die Seitenlage erschwert.

Hier wurde der Punktion der vorderen Hohlvene, wie von SCHULZE (1980) beschrieben, der Vorzug gegeben:

Die Vena cava cranialis verläuft dorsal des Brustbeins in der Medianebene. Sie teilt sich dorsal des Manubrium sterni in einen Gefäßplexus, aus dem u.a. die Vena jugularis externa hervorgeht (s. Abb. 5).

Abb.5: Skizze nach BOLLWAHN u. Mitarb. (1982)

- 1 V. jugularis externa
- 2 Arcus hyoideus
- 3 V. jugularis interna
- 4 V. cephalica
- 5 V. jugularis communis
- 6 V. axillaris
- 7 V. cava cranialis
- 8 Herz, durch Wegnahme des
Brustbeins sichtbar gemacht



Die Einstichstelle befindet sich seitlich und etwas kranial der Brustbeinspitze. Zur ihrem Auffinden wird zunächst die Apertura thoracis zwischen Manubrium sterni und erster Rippe palpiert.

Der Einstich erfolgt in kaudo-dorso-medialer Richtung; dabei ist zu beachten, daß der Hals des Schweines gestreckt und das obenliegende Vorderbein des Tieres nach kaudal gezogen wird (VOLLMERHAUS u. Mitarb. (1982)). Des weiteren wird wie bei der Punktion der Vena jugularis verfahren.

Wegen der Gefahr einer Reizung des Nervus phrenicus (Vagusreizung) sollte die Punktion auf der rechten Körperseite durchgeführt werden.

Bei zu tiefen und zu weit dorsal gelegenen Einstichen kann möglicherweise die Arteria carotis (hellrotes Blut) punktiert werden. Die Blutentnahme sollte in diesem Fall nicht unterbrochen werden, sondern zur Vermeidung von Hämatomen muß die Einstichstelle während des Herausziehens der Kanüle

für eine Minute komprimiert werden. Diese Zeit sollte lange genug bemessen sein, da im Hochdrucksystem die Funktionsstellen schlechter schließen.

3. am stehenden, nicht narkotisierten und am liegenden, narkotisierten Tier über Venenkatheter (Ausschaltung eines Manipulationsstressses)

Die Blutentnahmen in diesem Prüfungsabschnitt (II) beginnen frühestens zwei Tage nach Kathetersetzung und werden jeweils nach drei Tagen wiederholt.

Die Proben werden, wie beim Versuchsablauf beschrieben, entnommen. Die ersten 10 ml Blut sind durch die Katheterspülflüssigkeit (physiol. NaCl - Lösung) nicht für die Meßzwecke geeignet (Verdünnung) und werden deshalb verworfen.

3.2.4. Aufbereitung des Blutes

Um eine gute Durchmischung des Blutes mit dem Antikoagulans zu gewährleisten, wurden die mit K-EDTA präparierten Röhrchen unmittelbar nach der Entnahme mehrmals geschwenkt. Die Vollblutproben wurden eine Stunde bei Zimmertemperatur belassen, um die Ausreifung des Fibringerüstes abzuwarten. Zur Serumgewinnung wurde das Blut 15 Minuten lang bei 1500 G zentrifugiert.

Von der Blutentnahme bis zur analytischen Aufbereitung vergingen weniger als zwei Stunden.

Die Blutproben wurden mit einem Nummerncode versorgt (IDEE-Technicon-Technilogger lesbar). Damit ist eine Verwechslung der Blutproben ausgeschlossen.

Um die Reaktionskinetik im Vollblut klein zu halten, wurden die Proben bis zur analytischen Aufbereitung bei + 4°C gehalten.

Die gesamte Datenaufbereitung erfolgte GLP-konform nach FDA-Regulation.

3.2.5. Untersuchungsmethoden

Die analytische Aufbereitung erfolgte im Institut für klinische Biochemie und Pharmakologie, MSM auf einer Technicon Autoanalyser-Anlage der Typen 7 A 12/60 SMA, SMA 6/60, SMA 9/60.

Das analytische System arbeitet nach GUILLAUMOT (1970) in der Biochemie mit einer Reproduzierbarkeit von $\pm 1\%$, in der Hämatologie mit einer maximalen Abweichung $\pm 2\%$ und bei den enzymatischen Werten mit einer maximalen Streuung von $\pm 3\%$. Der Hämatokritwert des SMA 7 A wurde mit jeder 10. Probe mit mechanischen Mikrohämatokrit nach Deutscher Industrie Norm (DIN) kontrolliert. Die analytischen Systeme wurden grundsätzlich gegen Referenzblut geeicht und die Spreizung der Skala mit hohen und niedrigen Standards überprüft. Für alle Parameter liegen die Zertifikate zweier externer Qualitätskontrollen vor:

- a) der Deutschen Gesellschaft für klinische Chemie
- b) des Instant Ringversuches nach den Richtlinien der Bundesärztekammer.

Die Messung der Blutflußzeit erfolgte mit Hilfe eines KPG - UBBELOHDE-Mikroviskosimeters (Htc-angepaßt) nach BRAUER/-SCHLIAK. Hierbei werden über eine Kapillarstrecke von 130 mm bei einem mittleren Kapillarquerschnitt von 300 μ m 2 ml EDTA-Blut bei einer Temperatur von 20 Grad C $\pm 0,5$ in Abhängigkeit von der Zeit geschickt.

Diese Methode hat den Vorzug, daß die erhaltenen Werte in Sekunden ausgedruckt werden können und in direktem Bezug zum Htc-Wert stehen, der entscheidend die Blutviskosität bei nicht kranken Patienten (Menschen und Tieren) beeinflusst. Für das Schwein ergibt sich ein Faktor von $x/y = \text{Fluid/Htc}$ (relative Viskosität) = 1,135.

Die Erythrozytenzahl wird nach dem Widerstandsprinzip gemessen. Im Durchflußweg der in einem geeigneten Verdünner suspendierten Erythrozyten sind zwei Platinelektroden angebracht, die durch einen Isolator mit zylindrischer Öffnung voneinander getrennt sind: beim Durchtritt eines Erythrozyten ergibt sich ein höherer Widerstand zwischen den Elektroden als beim Durchfluß von Verdünner. Die Anzahl der entstehenden Impulse ist proportional der Erythrozyten in der Probe.

Die Hämoglobinbestimmung erfolgt nach der Hämiglobincyanid-Methode. Nach Hämolyse der Erythrozyten mit Digitonin wird das freigesetzte Hämoglobin mit Kaliumfericyanid übergeführt, das gegen Leerwert bei 540-546 nm photometrisch gemessen wird.

Der Hämatokrit wird nach dem Leitfähigkeitsprinzip bestimmt. Die elektrische Leitfähigkeit des Blutes ist indirekt proportional zum Hämatokrit. Das technische Prinzip entspricht dem der Erythrozytenzählung.

Die Leukozyten werden in einem kombinierten optisch-elektrischen System nach dem Dunkelfeld-Prinzip gezählt. Die in einem geeigneten Verdünner suspendierten Leukozyten passieren beim Durchfluß durch das Meßsystem den Brennpunkt einer Linse. Durchquert ein Leukozyt den Brennpunkt, entsteht Streustrahlung, die nicht vollständig absorbiert werden kann und von einer, der Dunkelfeldscheibe nachfolgenden Linse gebündelt und schließlich in einen elektrischen Impuls umgewandelt wird.

Glukose wird durch Hexokinase zu Glucose-6-P umgesetzt, das in einem zweiten Schritt durch eine Glucose-6-P Dehydrogenase zu Gluconat-6-P umgewandelt wird. Das dabei entstehende NADPH ist proportional der im Serum vorgelegten Glukosekonzentration und wird photometrisch bei 340 nm bestimmt.

Die Harnsäurebestimmung erfolgt durch Umwandlung eines Phos-

phowolframat-Komplexes in einen Phosphowolframit-Komplex. Verdünntes Serum wird gegen eine Lösung mit Natriumwolframat und Hydroxylammoniumchlorid dialysiert und der Farbkomplex nach Zugabe von Phosphowolframat bei 620 nm photometrisch gemessen.

Calcium bildet in alkalischer Lösung mit Cresolphthalein Complexone einen rotvioletten Komplex, der bei 570 nm im Kolorimeter quantitativ bestimmt wird. Eisen, Kupfer und Zink werden durch Cyanid, Magnesium durch 8-Hydroxyquinolin maskiert.

Die G-GT wird adaptiert nach SZASZ im Antoanalyzer ermittelt.

Die Aktivitätsmessung der sauren Phosphatase erfolgt durch eine modifizierte Zwei-Punkt-Messung nach ANDERSCH bei 37 C. Das anorganische Phosphat wird durch eine modifizierte Molybdänblau Reaktion im Analysenstrom bei 660 nm kolorimetrisch bestimmt.

Die Bestimmung der alkalischen Phosphatase beruht auf der enzymatischen Hydrolyse von p-Nitrophenylphosphat und erfolgt durch Extinktionsmessung bei 410 nm.

Harnstoff reagiert in saurer Lösung mit Diacetylmonoxim zu einem farbigen Komplex, der bei 520 nm gegen einen Standard gemessen wird.

Creatinin setzt in alkalischer Lösung Pikrinsäure zu Pikraminsäure um. Der dabei entstehende Farbkomplex wird bei 505 nm photometrisch bestimmt.

Gesamt-Bilirubin wird photometrisch bei 600 nm bestimmt. In Anwesenheit von Koffein wird das gesamte Bilirubin der Serumprobe diazotiert. Nach Zugabe von Fehlung-2-Lösung entsteht ein Farbkomplex, der gegen Leerwert gemessen wird.

In Anwesenheit von ADP wird Kreatininphosphat durch die CK zu Kreatin umgesetzt, dessen Konzentration ist proportional der CK-Aktivität in der Serumprobe. Kreatin bildet mit Diacetyl und Orcinol eine Komplex, dessen Extinktion bei 520 nm gemessen wird.

LDH setzt Laktat zu Pyruvat in Anwesenheit von NAD um. Die Extinktion des entstehenden NADH wird bei 340 nm gemessen. Die Bestimmung der GPT (ALT) und GOT (AST) erfolgt durch Messung der Extinktionsabnahme des NADH bei 340 nm.

Die Bestimmung des Gesamteiweiß basiert auf einer modifizierten Biuret-Reaktion. Die Extinktionsmessung erfolgt bei 550 nm im Kolorimeter. Bromkresolgrün verbindet sich mit Albumin und hat dann ein anderes Absorptionsmaximum als ungebundenes.

Albumin wird bei 630 nm durch Vergleich mit einem Standard bestimmt. Cholesterin wird bei 630 nm quantitativ nach LIEBERMANN-BURCHARD bestimmt.

Das Verfahren der Triglyzeridbestimmung beruht auf der spezifischen enzymatischen Hydrolyse der Serum-Triglyceride zu freien Fettsäuren und Glyzerin. Die Triglyzerid-Konzentration ergibt sich aus der Differenz gesamtes - freies Glyzerin.

Natrium und Kalium werden gleichzeitig im Zweikanal-Flammenphotometer bestimmt.

Chlorid wird nach Komplexbildung mit Quecksilber-2-Thiocyanat bei 480 nm quantitativ bestimmt.

Eisen reagiert mit Ferrozin zu einem Farbkomplex, der bei 560 nm photometrisch bestimmt wird.

3.2.6. Versuchsablauf

Prüfungsabschnitt I (Pilotstudie)

Für die Findung der Meßzeitpunkte wurde zunächst eine Pilotstudie durchgeführt. Hierbei wurden sechs Jungsauen der bereits erwähnten Rasse gewählt, denen vor, während und nach der Narkose Blut entnommen wurde.

Die erste Blutentnahme (0-Wert) erfolgte jeweils drei Minuten nach der Vorbereitung der Tiere (vgl. 3.2.3) zum Fixieren.

Anschließend wurden die Sauen unverzüglich in Narkose gelegt. Danach erfolgten drei weitere Entnahmen in jeweils zehnminütigem Abstand vom 0-Wert, also nach 10, 20 und 30 Minuten.

Vier Stunden nach der 1. Blutabnahme (0-Wert) wurde die letzte Blutentnahme durchgeführt, wobei wie unter 3.2.3 verfahren wurde.

Bei der Analyse der Proben stellten sich die Meßwerte zu den verschiedenen Entnahmezeitpunkten unterschiedlich dar, so daß die ursprünglich vorgesehenen Meßzeitpunkte der Pilotstudie für den Hauptversuch beibehalten werden konnten.

Prüfungsabschnitt I (Hauptversuch)

Der Versuch wird, wie in der Pilotstudie beschrieben, an 40 Mutterschweinen derselben Rasse fortgesetzt.

Die ersten vier Blutentnahmen wurden stets zwischen 8.00 und 10.00 Uhr vorgenommen, die 5. Blutentnahme war bis 14.00 Uhr (vor der Mittagsfütterung) abgeschlossen.

Prüfungsabschnitt II (Kontrollversuch mit "streßfreier" Blutentnahme)

Wegen der bekannten Veränderungen von Blutwerten unter Streß (vgl. 2.3.) sollten nach BICKHARDT (1980) für alle wissenschaftlichen Fragestellungen implantierte Dauerkatheter zur sog. "streßfreien" Blutentnahme beim Schwein verwendet werden.

Für diese Kontrolluntersuchungen wurden fünf Schweine aus dem Zuchtbetrieb in die II. Medizinische Tierklinik der Universität München verbracht. Nach einer Eingewöhnungszeit von 3 Tagen wurden den Tieren, wie unter 3.2.2. beschrieben, Venenkatheter gesetzt.

Jeweils frühestens zwei Tage nach Implantation der Katheter erfolgte die Durchführung der beschriebenen Versuche.

Alle Untersuchungsergebnisse (Prüfungsabschnitte I und II) werden sowohl tabellarisch als auch graphisch dargestellt. Aus den graphischen Darstellungen ist der Kurvenverlauf der einzelnen Parameter zu den jeweiligen Blutentnahmezeitpunkten ersichtlich.

Die Zeitpunkte der Blutentnahmen (1. - 5. Meßwert) sind auf der Abszisse dargestellt, wobei 01 den 0-Wert, 1. den 10-Minuten-Wert, 2. den 20-Minuten-Wert, 3. den 30-Minuten-Wert und 4. den 4-Stunden-Wert angeben.

Die Einheiten der untersuchten Parameter sind der Ordinate zu entnehmen. Dem Kurvenverlauf ist der jeweilige Mittelwert zugrundegelegt.

Aus den Tabellen I und II sind die Mittelwerte und Standardabweichungen für die Prüfungsabschnitte I bzw. II zu ersehen.

3.3 Ergebnisse

3.3.1. Prüfungsabschnitt I (Vor- und Hauptversuch)

Von den 46 in den Versuch genommenen Tieren konnte ein Tier nicht in die Wertung mit aufgenommen werden, da die entnommenen Blutproben alle hämolytisch waren.

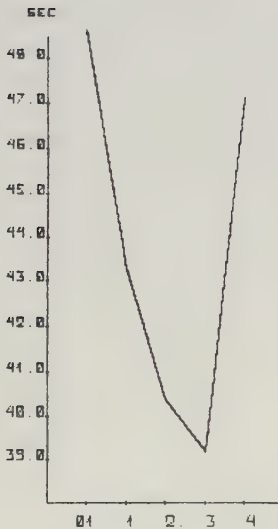
Die Gründe konnten nicht sicher geklärt werden. Es besteht der Verdacht, daß der massive Cholesterinmangel dieses Tieres (Werte unter 40 mg%) die Erythrozytenmembran soweit geschwächt hat, daß die Erythrozytenresistenz stark abgenommen hat, woraus sich die Hämolyse erklären würde.

Der 5. Wert konnte bei einigen Tieren aus Tierschutzgründen nicht abgenommen werden, da die Tiere sich an das Erlebnis "Fixierung" erinnerten und mit verstärkten Erregungserscheinungen reagierten.

Für einige Werte war die entnommene Blutmenge zu klein, um alle vorgesehenen Parameter zu untersuchen.

Die Ergebnisse des Prüfungsabschnittes I (Mittelwerte) sind in den Abb. 6 - 35 dargestellt. Die biostatistische Auswertung ist der Tabelle I (vgl. 3.3.3.) zu entnehmen.

Abb. 6: Fluidität

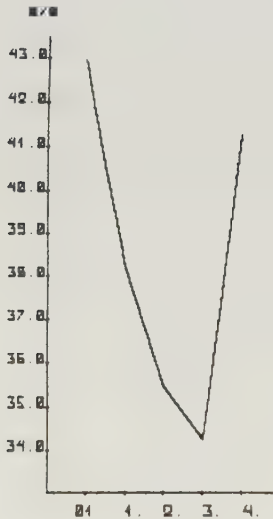


Fluidität (=relative Viskosität)

Die im ersten Prüfungsabschnitt erhaltenen Werte zeigen, daß sich die Fließfähigkeit des Blutes (relative Viskosität) stark verbessert.

Die Werte fallen im Mittel von 48,6 sec auf 39,16 sec (d.h. das Blut fließt schneller durch die Gefäße bzw. durch die Meßstrecke) bis zur 30. Minute unter Narkose, um bis zur 4. Stunde nahezu den Ausgangswert wieder zu erreichen (s. Abb. 6).

Abb. 7: Hämatokrit



Hämatokrit

Der im Zusammenhang mit der Fließfähigkeit des Blutes stehende Hämatokrit verhält sich werteparallel.

Hier ist erkennbar, wie stark der Htc-Wert in den Parameter der relativen Viskosität eingeht. Der Htc-Wert fiel vom 0-Wert bis zum 30-Minuten-Wert von 43, 34,2 um sich in der Erholungsphase bis zum 4-Stunden-Wert wieder auf 41,2 dem Ausgangswert zu nähern (s. Abb. 7).

Abb. 8: Erythrozyten

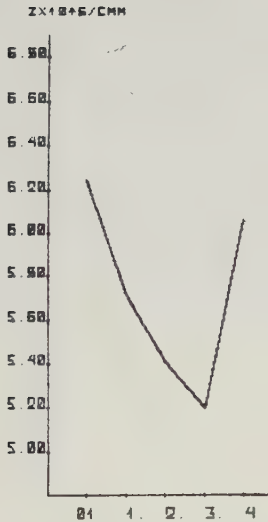
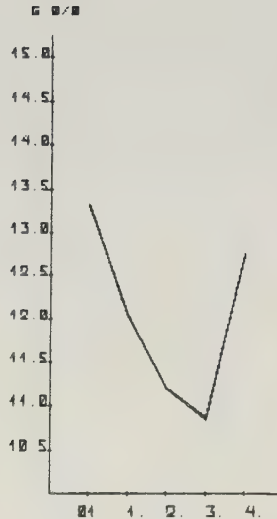


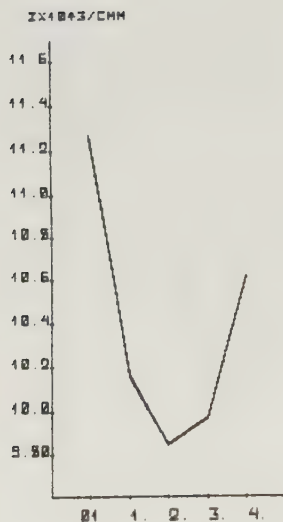
Abb. 9: Hämoglobin



Erythrozyten und Hämoglobin

Die Anzahl der Erythrozyten, die wiederum in Abhängigkeit zum Hämatokrit steht, sinkt von 6,2 Mio/mm³ auf 5,2 Mio/mm³, also nahezu um 1 Mio/mm³, um am Ende der Erholungsphase wieder auf 6,1 Mio/mm³ anzusteigen. Wiederum in Abhängigkeit von den Erythrozyten steht das Hämoglobin, das von 13,3 bis zur 30. Minute auf 10,8 g% abfällt, um zum 4-Stunden-Wert auf 12,7 g% anzusteigen und damit nahezu den Ausgangswert erreicht (s. Abb. 8 und 9).

Abb. 10: Leukozyten

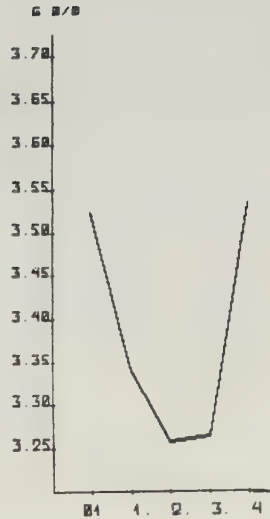
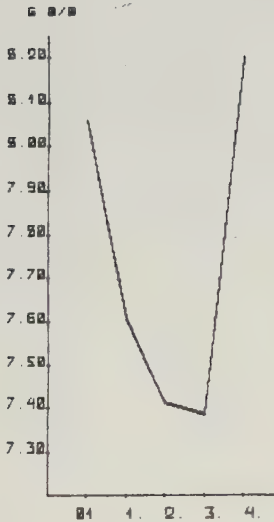


Leukozyten

Die Leukozytenwerte fallen von $11,2 \times 10^3 / \text{mm}^3$ auf $10 \times 10^3 / \text{mm}^3$ und steigen auf $10,6$ am Ende der Erholungsphase. Der tiefste Wert wird hier bereits beim 3. Meßpunkt (20-Minuten-Wert) erreicht (s. Abb. 10).

Abb. 11: Gesamteiweiß

Abb. 12: Albumin



Gesamteiweiß und Albumin

In die relative Viskosität geht das Gesamteiweiß und das Albumin mit ein.

Aus den Abb. 11 und 12 ist zu ersehen, daß die Verlaufskurve mit dem Trend der Fließfähigkeit parallel verläuft.

Alkalische Phosphatase, Gesamtbilirubin, Harnsäure, Calcium, Kupfer, Magnesium, G-GT, Cholesterin, anorganischer Phosphor, GPT (ALT) und Eisen verlaufen alle im Gesamttrend parallel zu den bisher aufgeführten Parametern (vgl. Abb. 13 - 23).

Abb. 13: Alkalische Phosphatase

Abb. 14: Gesamtbilirubin

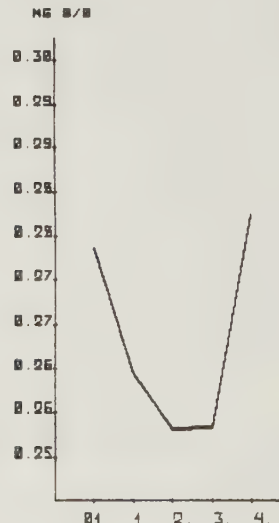
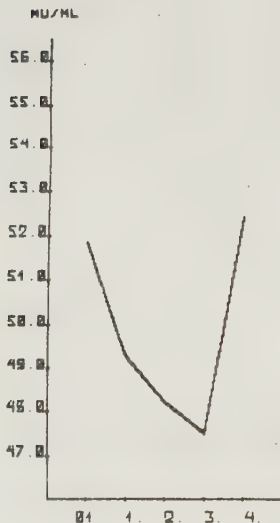


Abb. 15: Harnsäure

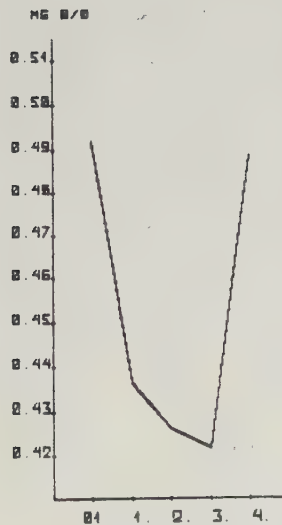


Abb. 16: Calcium

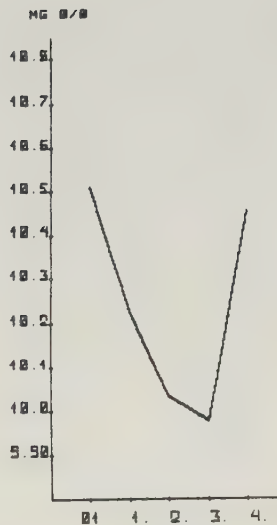


Abb. 17: Kupfer

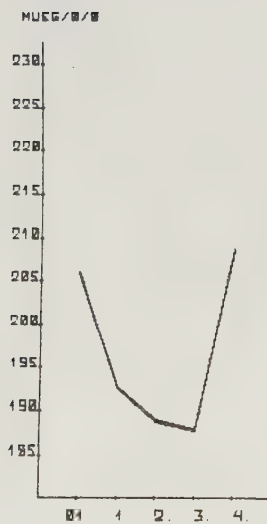


Abb. 18: Magnesium

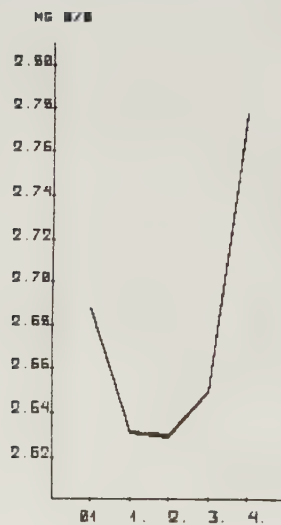


Abb. 19: G-GT

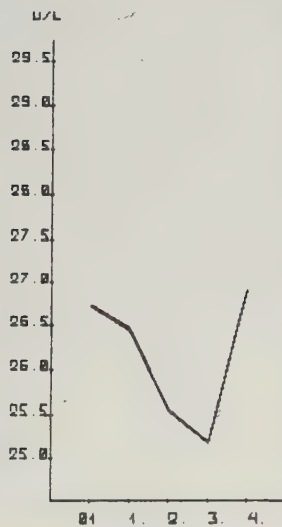


Abb. 20: Cholesterin

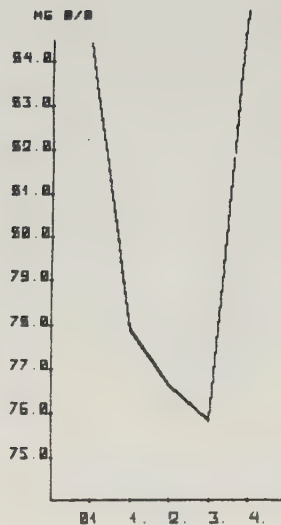


Abb. 21: anorg. Phosphor

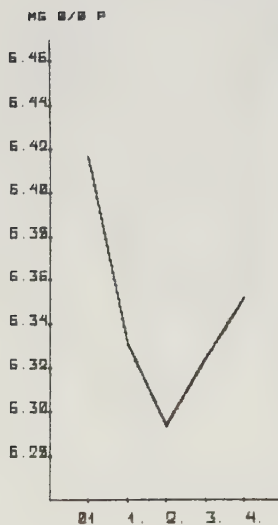


Abb. 22: GPT (ALT)

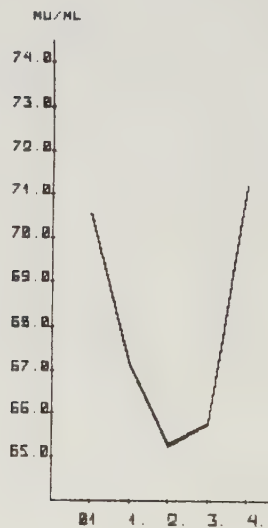


Abb. 23: Eisen

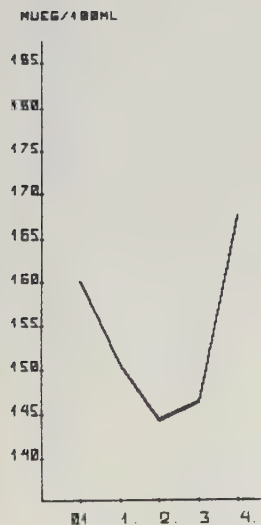


Abb. 24: Natrium

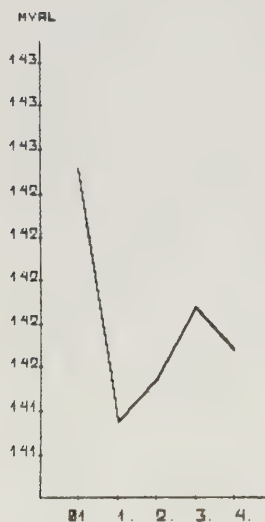
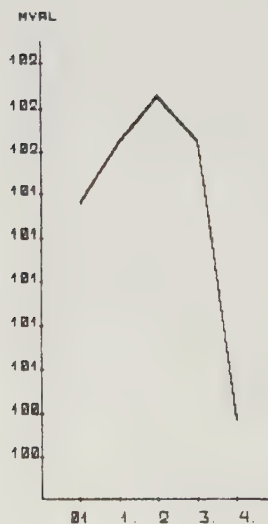


Abb. 25: Chlorid

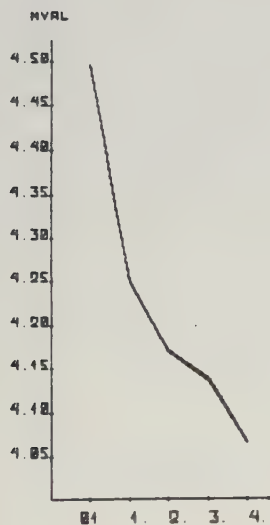


Natrium und Chlorid

Die Schwankungen der Na- und Cl-Konzentration bewegen sich im Bereich der Norm.

Sie schwanken etwa um 1 mval zwischen Anfangs- und Endwert (s. Abb. 24 und 25).

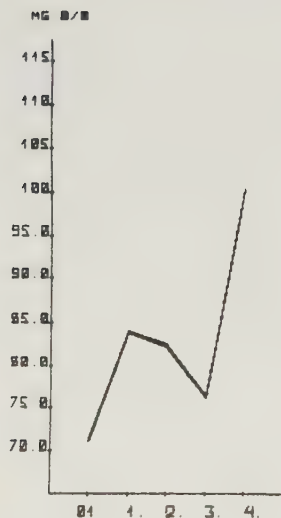
Abb. 26: Kalium



Kalium

Eine nicht synchron verlaufende Reaktion zeigt das Kalium. Hier gehen die Werte von 4,5 mval/l auf 4,01 mval fallend zurück. Es zeigt sich keine Erholungsphase bis zum 4-Stunden-Wert (s. Abb. 26).

Abb. 27: Glukose

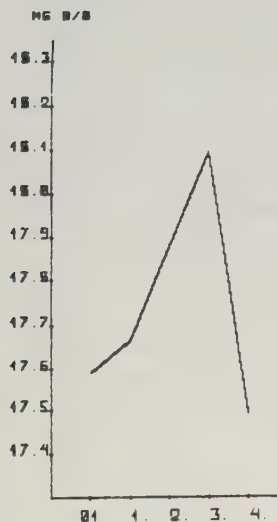


Glukose

Bedeutsam ist das Verhalten der Glukose, die vom Ausgangswert (0-Wert) von 70 mg% unter Streß bis zum 10-Minuten-Wert auf 85 mg% ansteigt (klassische Reaktion).

Mit zunehmender Abflachung der Narkose fällt die Glukosekonzentration auf nahezu 75 mg% bis zum 4. Meßwert (30-Minuten-Wert) um bis zum 5. Meßwert (4-Stunden-Wert) weit über dem Ausgangswert zu liegen (s. Abb. 27).

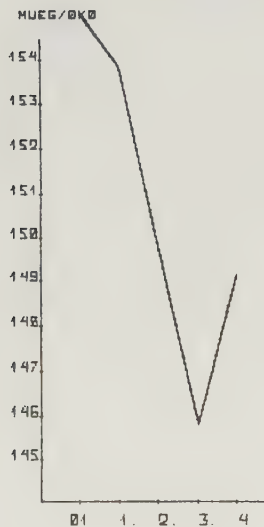
Abb. 28: Harnstoff-N



Harnstoff-N

Der Harnstoff-N steigt bis zum 2. Meßwert leicht an und erreicht seine höchste Konzentration beim 4. Meßwert (30-Minuten-Wert) um nach Abklingen der Narkose geringgradig unter dem 0-Wert (Ausgangswert) zu liegen (s. Abb. 28).

Abb. 29: Zink



Zink

Zink verhält sich entsprechend seiner hohen Eiweißbindung proportional mit Gesamteiweiß und Albumin.

Beim 4-Stunden-Wert konnte der Zinkbestand des Plasmas jedoch nicht wieder erreicht werden; hier kann eine Nachreaktion vermutet werden (s. Abb. 29).

CK, LDH, GOT (AST), Creatinin

Die drei Enzyme CK, LDH und GOT (AST) müssen im Zusammenhang gesehen werden. Die CK-Werte fallen bis zum 3. Meßwert leicht ab, um dann in der Erholungsphase um nahezu 60 mU/ml auf über 1000 mU/ml anzusteigen. Daß es sich hier um Zell-läsionen aus der quergestreiften Muskulatur handelt, ist aus dem gleichzeitigen Anstieg der GOT (AST) von 43,5 auf nahezu 60 mU/l abzuleiten. Ebenso verläuft der Anstieg des unspezi-fischen Enzyms LDH (s. Abb. 30 - 32).

Das Creatinin fällt bis zum 2. Meßwert (10-Minuten-Wert) in der Narkose auf 1,53 mg%, um nach einem geringgradigen An-stieg über den Ausgangswert beim 4-Stunden-Wert die niedrig-ste Konzentration von 1,5 mg% zu erreichen (s. Abb. 33).

Abb. 30: CK

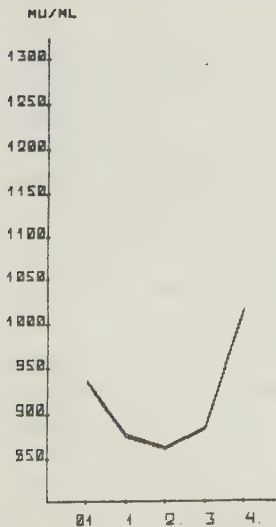


Abb. 31: LDH

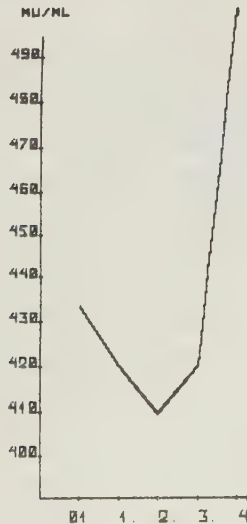


Abb. 32: GOT (AST)

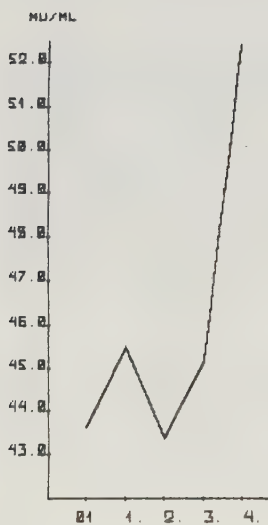


Abb. 33: Creatinin

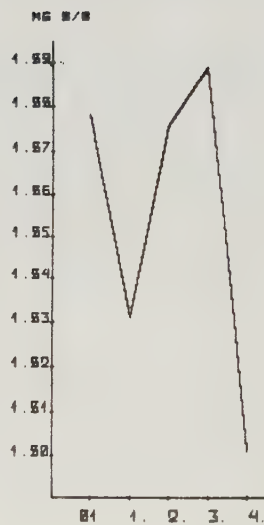
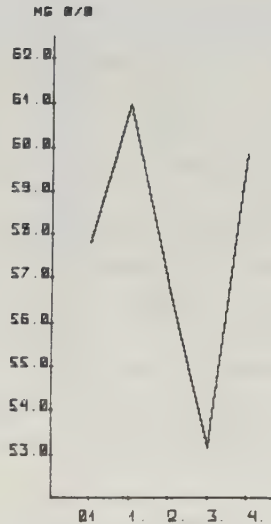
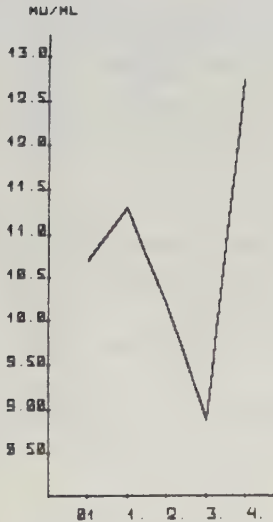


Abb. 34: saure Phosphatase

Abb. 35: Triglyzeride



Saure Phosphatase und Triglyzeride

Die Aktivität der sauren Phos. nimmt bis zum 2. Meßwert (10-Minuten-Wert) um ca. 1,0 MU/ml zu, um im weiteren Verlauf der Narkose ihre geringste Aktivität von weniger als 9,0 mU/ml aufzuweisen. Beim 4-Stunden-Wert (5. Meßwert) liegen die Werte mit fast 13,0 mU/ml weit über dem Ausgangswert (s. Abb. 34).

Die Triglyzeride erhöhen sich bis zum 10-Minuten-Wert, um beim 30-Minuten-Wert (4. Meßwert) die geringste Konzentration mit 53,0 mg% aufzuweisen, sie übersteigen jedoch den ersten Wert in der Narkose (2. Meßwert) am Ende (5. Meßwert) nicht (s. Abb. 35).

3.3.2 Besprechung und Vergleich des Prüfungsabschnittes I (Gruppe I) mit dem Prüfungsabschnitt II (Gruppe II)

Da die Blutabnahme und die damit verbundene Manipulation der Fixierung einen bedeutenden Streßfaktor darstellen (vgl. BICKHARDT u. WIRTZ (1978)) sollten die erarbeiteten Werte der Gruppe I mit der sog. "streßfreien Blutentnahme" der Gruppe II (Kontrollgruppe) verglichen werden.

Diese Vergleichswerte wurden mit fünf Schweinen durchgeführt, wobei bei jedem Schwein zweimal im Abstand von drei Tagen Blut abgenommen wurde.

Ein Wert fiel aus, da der Katheter für die 2. Abnahme nicht mehr durchgängig war.

Für einige Werte war die entnommene Blutmenge zu klein, um alle Parameter zu analysieren.

Die Ergebnisse des Prüfungsabschnittes II (Mittelwerte) sind der biostatistischen Auswertung (Tabelle II, s. 3.3.3.) zu entnehmen.

Die Abb. 36 - 65 zeigen die Gegenüberstellung der Gruppe I und Gruppe II. Der Kurvenverlauf in der Gruppe I ($n = 46$) wird in Fettdruck dargestellt, während der in der Gruppe II ($n = 10$) normal gedruckt ist.

Abb. 36: Fluidität

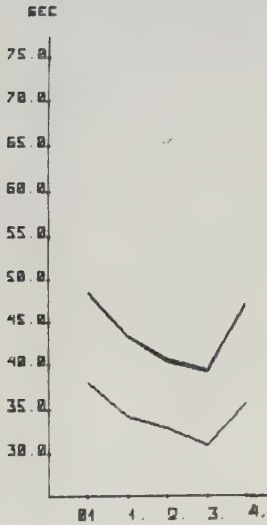


Abb. 37: Erythrozyten

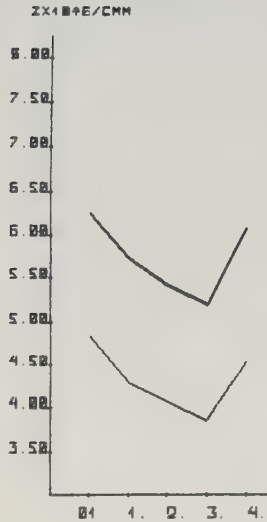


Abb. 38: Hämoglobin

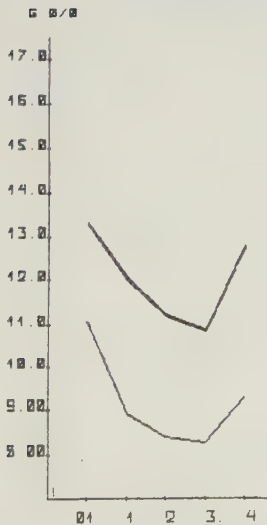


Abb. 39: Hämatokrit

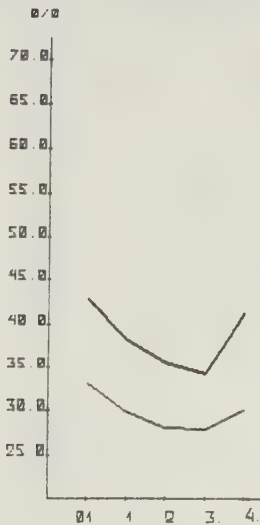


Abb. 40: Leukozyten

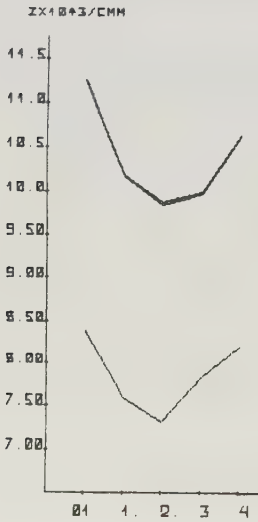


Abb. 41: Glukose

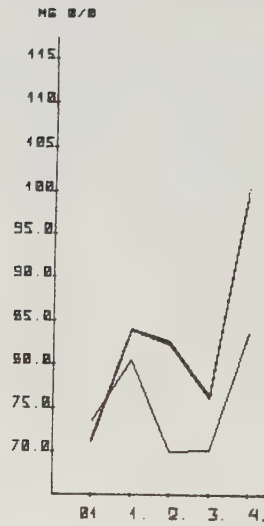


Abb. 42: Harnsäure

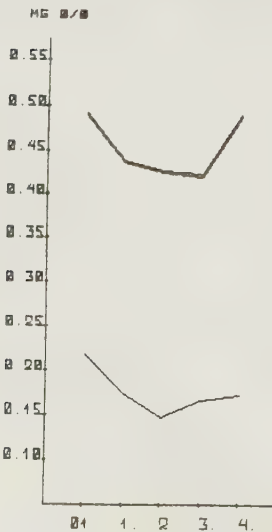


Abb. 43: Calcium

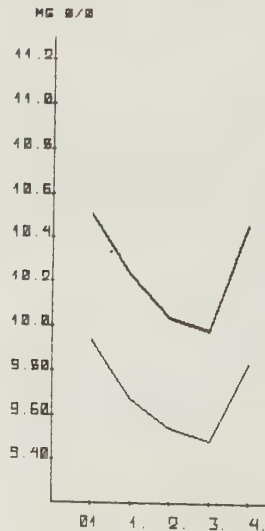


Abb. 44: Anorg. Phosphor

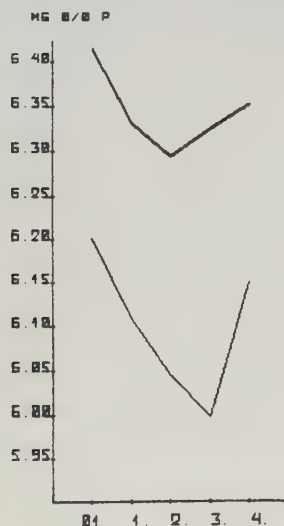


Abb. 45: Alkal. Phosphatase

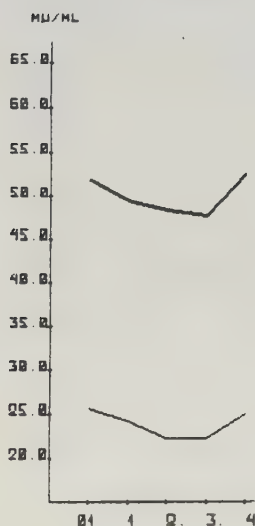


Abb. 46: Harnstoff-N

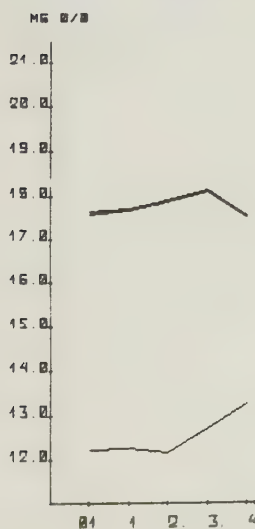


Abb. 47: Creatinin

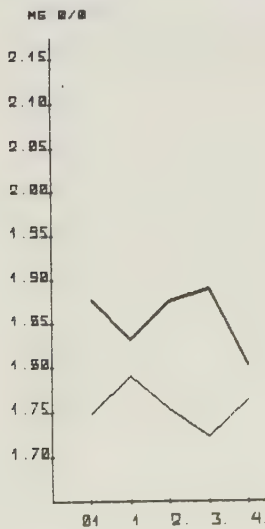


Abb. 48: Gesamtbilirubin

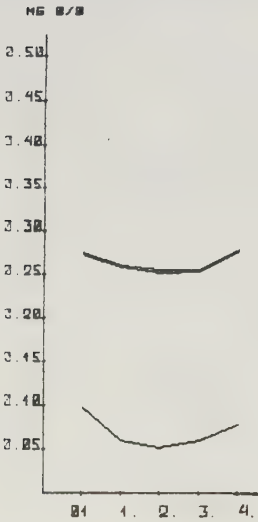


Abb. 49: CK

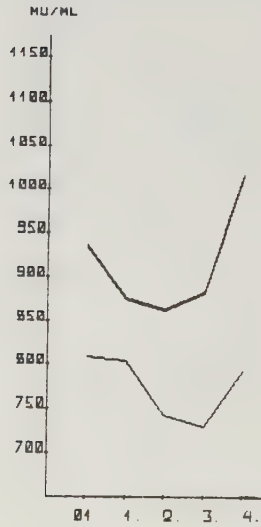


Abb. 50: LDH

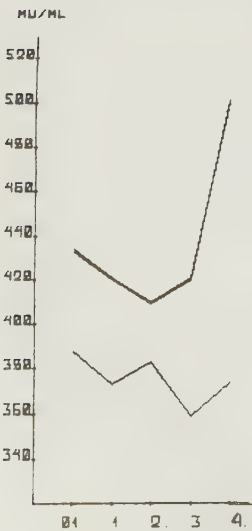


Abb. 51: GPT (ALT)

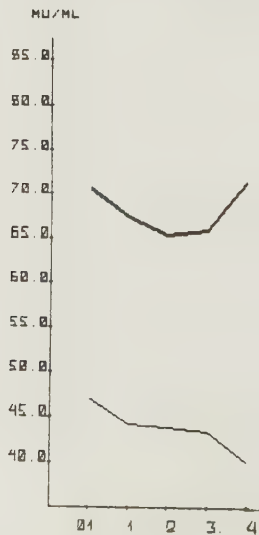


Abb. 52: GOT (AST)

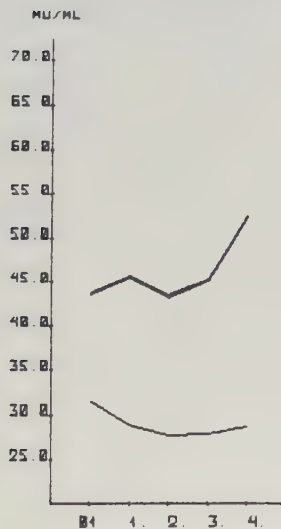


Abb. 53: Gesamteiweiß

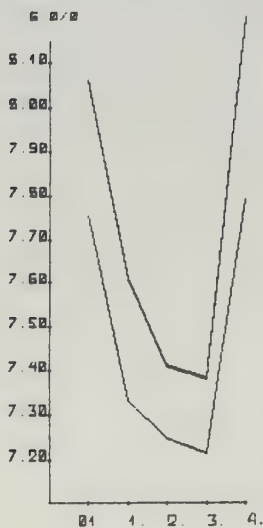


Abb. 54: Albumin

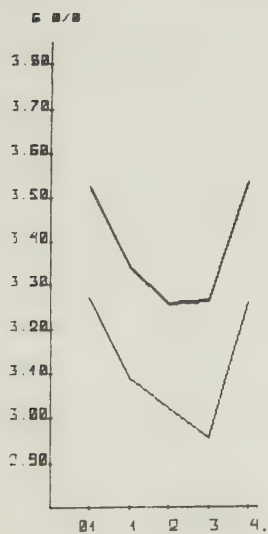


Abb. 55: Cholesterin

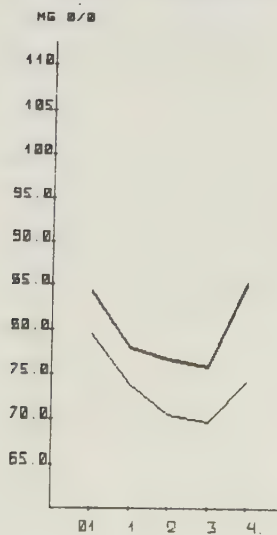


Abb. 56: Triglyzeride

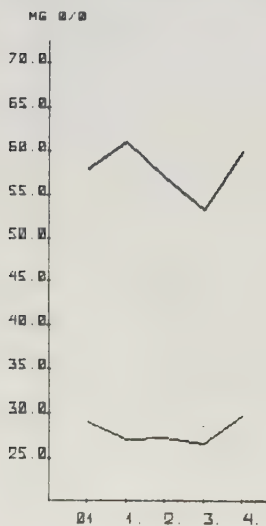


Abb. 57: Natrium

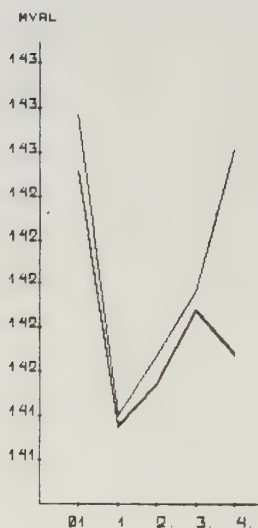


Abb. 58: Kalium

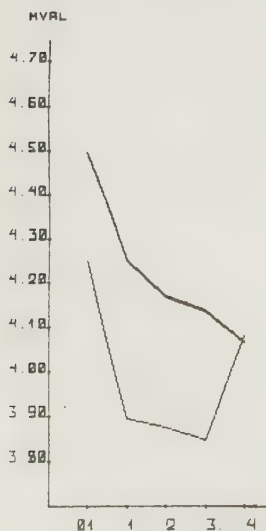


Abb. 59: Chlorid

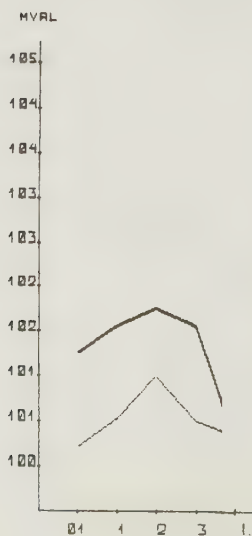


Abb. 60: Eisen

MUES/100ML

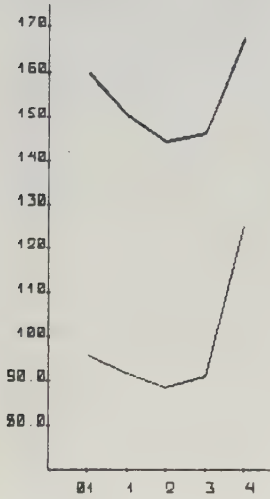


Abb. 61: Gamma-GT

U/L

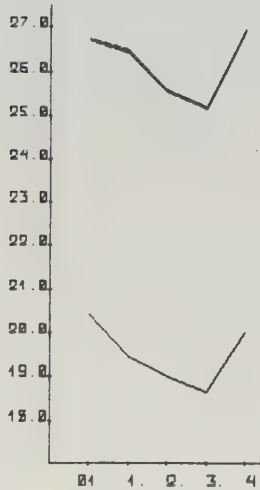


Abb. 62: Saure Phosphatase

MU/ML

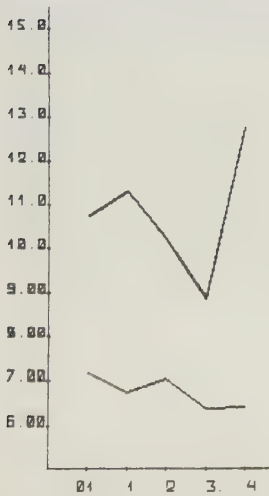


Abb. 63: Kupfer

MUES/0/0

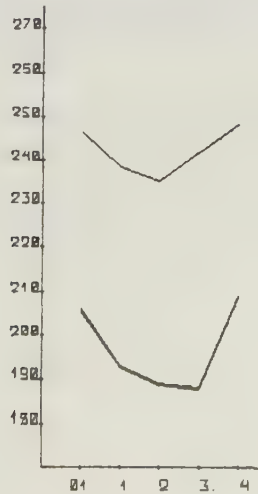


Abb. 64: Magnesium

MG B/B

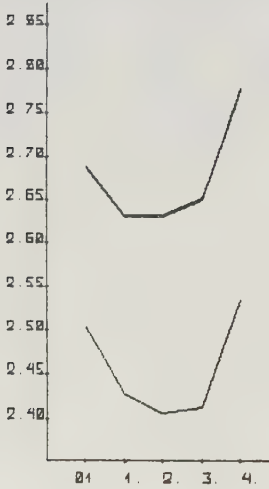
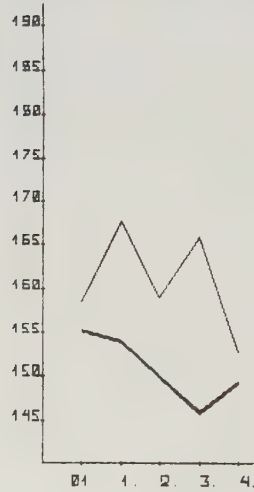


Abb. 65: Zink

MUEG B/B



Das Verhalten der **Fließfähigkeit des Blutes** (Fluidität) verläuft in beiden Gruppen absolut parallel, wobei man die unterschiedlichen Ausgangslagen der Gruppen berücksichtigen muß.

Ebenso verhalten sich **Erythrozyten, Hämatokrit, Hämoglobin, Calcium, anorg. Phosphor, Harnsäure, Cholesterin, Natrium, Eisen, Albumin, Gesamteiweiß, Triglyzeride, Kupfer, G-GT, Magnesium, Chlorid und Zink.**

Die Fließfähigkeit des Blutes (relative Viskosität) verbessert sich deutlich während der Neuroleptanalgesie beim Schwein (s. Abb. 6 und 36). Diese Veränderung ist nicht nur biostatistisch ($p < 0,01/t$ -Test), sondern auch klinisch bedeutsam, denn man rechnete bisher damit, daß sich während der Narkose die Fließeigenschaften des Blutes verschlechtert.

Das von den Anästhesisten der Humanmedizin beklagte Phänomen des "Sludge", welches durch Hämodilution (Applikation von Plasmaexpandern, sowohl zum Auffüllen des Kreislaufs als auch zur Verhinderung der Erythrozytenaggregation) aufgefangen werden muß, trat bei den untersuchten Schweinen nicht auf.

Offensichtlich gibt es auch keinen Unterschied bei den Veränderungen der Fließfähigkeit des Blutes zwischen streßfreier und streßbelasteter Abnahme.

Wie aus der Abb. 36 hervorgeht, laufen die Fluiditätskurven beider Gruppen (I und II) absolut parallel.

Die unterschiedliche Ausgangslage zwischen streßbelasteter und sog. "streßfreier" Blutabnahme erklärt sich nach BICKHARDT und WIRTZ (1978) durch die beim Anbindestreß innerhalb weniger Minuten auftretenden erheblichen hämodynamischen Blutveränderungen, die sich am deutlichsten im Hämatokritwert und in der Plasmaeiweißkonzentration niederschlagen. Kurzfristige Veränderungen des Blut- und Plasmavolumens unter Belastungen beim Schwein wurden bereits von STEINHARDT u. Mitarb. (1969) und BERGFELD u. Mitarb. (1977) festgestellt.

Das Fixieren der Schweine mittels Oberkieferschlinge stellt auch nach MAAS (1976) eine Belastung großer Intensität dar. Ein direkter Zusammenhang zwischen Plasmavolumenverkleinerung und einer Erhöhung der Plasmaproteinkonzentration bei psychischen und physischen Belastungen wurde von STEINHARDT u. LYHS (1974) sowie BERGFELD (1977) nachgewiesen. Dies führen BICKHARDT u. WIRTZ (1978) u.a. auf vermehrte Ausschüttung von Katecholaminen aus dem Nebennierenmark sowie auf einen erhöhten Sympathiko-Tonus und den daraus resultierenden Blutdruckanstieg zurück, in dessen Folge es zu einem Anstieg des intravasalen Filtrationsdruckes und zum Übertritt von Wasser und niedermolekular gelösten Plasmabestandteilen in das Interstitium kommen soll.

Die gravierenden Hämatokriterhöhungen um über 30 % während des Anbindens erklären STEINHARDT u. Mitarb. (1969), BERGFELD u. Mitarb. (1977) und CANNON (1929) durch die erhöhte adrenerge Reaktionslage (Streß), die zu einer Freisetzung von Reserveblutmengen mit hohem Hämatokrit aus der Milz führt.

Vollblut kann bereits bei physiologischen Hämatokritwerten als stark konzentrierte Suspension von Erythrozyten im Plasma bezeichnet werden.

Die hohen Strömungskräfte des gesunden Organismus und die Flexibilität der Erythrozytenmembran sind ausschlaggebend für die besonders hohe Fließfähigkeit (niedrige Viskosität) des normal strömenden Blutes.

BECKER u. REGLINGER (1974) verzeichneten eine Abnahme der Blutströmung unmittelbar nach der gemeinsamen Applikation von Azaperon und Metomidat, die zeitlich mit einem starken Blutdruckabfall zusammenfiel. Diese Strömungsverlangsamung zu Beginn der Narkose ist den vorliegenden Untersuchungen nicht zu entnehmen, da die erste Blutentnahme in der Narkose (2. Meßwert) erst 10 Minuten nach dem 0-Wert erfolgte.

Gesamteiweiß und Albumin erhalten nicht nur den kolloidosmotischen Druck des "strömenden Organs Blut", sondern bestimmen dessen Fließverhalten mit.

Die Schwankungen in der Konzentration an **Natrium** und **Chlorid** sind physiologisch und auch ohne Belastung durch Narkose oder Streß im Zuge der Nüchternphase üblich.

Die Erhöhung der **Glukose** zum Beginn der Narkose bis zum 10-Minuten-Wert (2. Meßwert) ließe sich durch die von PFLÜGER (1964) festgestellte "Narkosehyperglykämie" erklären, wonach die Atemdepression unter Wirkung der Narkotika eine Azidose verursacht.

Die Reaktion der Glukose zum 20- und 30-Minuten-Wert (3. und 4. Meßwert) läßt sich durch den Zusammenbruch der Wärmeregulation unter Einwirkung der Narkose erklären, wodurch es zu einem Muskelzittern (rascher Glukoseverbrauch) kommt. Die dabei verbrauchte Glukose beträgt 10 mg%.

Die starke Erhöhung der Glukosewerte zum 5. Meßzeitpunkt (4 Stunden nach dem 0-Wert) könnte mit einer verstärkten Adrenalin ausschüttung, wie bereits von BICKHARDT u. WIRTZ (1978) sowie von MUYLLE u. Mitarb. (1968) festgestellt, in Zusammenhang gebracht werden.

Die Gesamtmanipulation scheint hier mit einem kräftigen "Nachstreß" verbunden zu sein, da der Ausgangswert bei Glukose um über 30 mg% (4-Stunden-Wert) überschritten wird.

Der Harnstoff-N läßt nur geringe Schwankungen im Normbereich erkennen.

Ein deutlicher Unterschied findet sich beim **Kalium**. Der Kaliumverlust während der Narkose ist klinisch bedeutsam (er beträgt ca. 10 %).

Der auch von KRAFT (1973) gefundene starke Abfall des Kaliums bei Schlachtschweinen im Anschluß an den Transport zum Schlachthof ließe sich nach FENN u. COBB (1936) sowie nach FENN (1940) dadurch erklären, daß es durch Belastung zu einem Kaliumverlust der Muskulatur im Austausch mit Natrium kommt.

Allerdings nimmt nach HARALAMBIE (1971) und BERGSTROM u. Mitarb. (1971) der Gehalt an Kalium bezogen auf die Muskeltrockenmasse bei Belastung nur unwesentlich ab, vielmehr beruht die massive Abnahme des intrazellulären Kaliums v.a. auf einem Wasserinflux in das Interstitium.

Da Kalium für die Herzleistung und für die quergestreifte Muskulatur ein wichtiger Parameter ist, wird ein "Kaliumschutz" (im Sinne einer Substitution) unter Narkose bzw. präoperativ zu diskutieren sein. Ein Abfall des Kaliums um $0,5 \text{ mval/l}$ kann bei kreislauffähigen Individuen, insbesondere beim Schwein, Reaktionen zeigen.

Probleme des Herz-Kreislauf-Systems treten nach UNSHELM (1973) gerade beim Schwein auf, wo das im Verhältnis zur Körpermasse ohnehin geringe Herzgewicht bei besonders hochgezüchteten Rassen durch die im Vergleich zur Systole verkürzte Diastole noch verschlechtert wird.

Bei der sog. "streßfreien Blutentnahme" erholt sich das Kalium bis zum 4. Meßwert in der Gruppe II, während es in der Gruppe I keine Erholung auf den Ausgangswert zeigt. Ob hier der erhöhte Ausgangswert der Gruppe I einen anderen Verlauf nimmt und der kritische Punkt von $4,1 \text{ mval/l}$ (5. Meßwert) erhalten bleibt, kann nicht präzise beurteilt werden und bleibt einer späteren Überprüfung vorbehalten. Der deutliche Unterschied zwischen streßfreier und streßbelasteter Blutabnahme bei den Enzymen CK und GOT beweist nach BICKHARDT (1980), daß diese Enzyme bei allen psychischen und physischen Belastungen ansteigen.

Der Anstieg dieser Enzyme läßt somit nicht unbedingt nur umfangreiche Zellläsionen vermuten, sondern die Ursache dafür könnte auch in einer Hypoxie und Zellpermeabilitätsstörung durch psychische und physische Belastung (Streß) liegen.

Die sog. "streßfreie Blutentnahme" führt zu keinerlei Veränderungen der CK-Werte; das Zellläsionen anzeigende Enzym LDH und die ebenfalls in der Muskulatur vorkommende GOT verhalten sich ebenso.

Alle drei Parameter steigen unter Streßbelastung deutlich an und fallen im Trend leicht bei "streßfreier" Blutabnahme.

3.3.3. Biostatistische Auswertung

Der 1. bis 5. Meßwert ist in der Reihenfolge von oben nach unten bei den einzelnen Parametern angegeben.

Tabelle I (Prüfungsabschnitt I)

Anzahl Werte	Mittel wert	Stand. abwei.	Stand. fehler	Minim. wert	Maxim. wert	Variat koeff.	Test- gr.
-----------------	----------------	------------------	------------------	----------------	----------------	------------------	--------------

Fluid

44,00	48,64	7,10	1,07	38,36	68,95	14,59	4,31
44,00	43,27	5,88	0,89	33,32	57,15	13,60	4,05
44,00	40,39	6,36	0,96	30,65	58,37	15,74	4,36
40,00	39,16	5,31	0,84	30,83	55,55	13,56	4,66
29,00	47,12	5,66	1,05	39,57	59,16	12,01	3,46

Ery

44,00	6,25	0,70	0,11	4,77	7,04	11,17	3,25
44,00	5,71	0,85	0,13	3,74	7,04	14,91	3,87
44,00	5,41	0,72	0,11	3,72	7,02	13,41	4,55
40,00	5,19	0,64	0,10	3,81	6,48	12,26	4,19
29,00	6,06	0,77	0,14	4,60	7,04	12,69	3,17

Hb

44,00	13,32	1,23	0,19	10,90	15,80	9,24	3,98
44,00	12,03	1,35	0,20	8,60	14,20	11,21	4,16
44,00	11,20	1,22	0,18	7,80	13,10	10,94	4,33
40,00	10,84	1,18	0,19	7,40	14,10	10,88	5,68
29,00	12,73	1,21	0,23	10,20	15,50	9,53	4,37

Anzahl Werte	Mittel wert	Stand. abwei.	Stand. fehler	Minim. wert	Maxim. wert	Variat koeff.	Test- gr.
-----------------	----------------	------------------	------------------	----------------	----------------	------------------	--------------

Htc

44,00	42,97	4,05	0,61	34,70	51,60	9,42	4,17
44,00	38,20	4,37	0,66	28,00	46,20	11,44	4,17
44,00	35,45	4,06	0,61	23,00	42,10	11,44	4,71
40,00	34,24	4,17	0,66	23,80	45,40	12,18	5,18
29,00	41,22	4,12	0,76	33,10	50,20	9,99	4,15

Leuco

44,00	11,27	2,43	0,37	6,30	17,30	21,60	4,52
44,00	10,16	2,45	0,37	5,00	16,70	24,08	4,78
44,00	9,84	2,45	0,37	5,10	16,60	24,90	4,69
40,00	9,97	2,59	0,41	5,10	16,30	26,02	4,32
29,00	10,62	2,67	0,50	5,10	16,60	25,12	4,31

Glu

45,00	70,98	12,90	1,92	36,00	107,00	18,17	5,51
45,00	83,89	16,76	2,50	55,00	118,00	19,98	3,76
44,00	82,34	17,69	2,67	57,00	139,00	21,49	4,64
41,00	76,17	20,42	3,19	48,00	146,00	26,80	4,80
32,00	100,16	23,45	4,15	61,00	173,00	23,42	4,78

Hsre

45,00	0,49	0,17	0,02	0,21	0,95	33,76	4,46
45,00	0,44	0,16	0,02	0,22	0,91	36,93	4,28
44,00	0,43	0,17	0,03	0,20	0,96	39,39	4,53
41,00	0,42	0,16	0,02	0,19	0,82	37,85	3,95
32,00	0,49	0,19	0,03	0,22	0,89	39,28	3,49

Anzahl Werte	Mittel wert	Stand. abwei.	Stand. fehler	Minim. wert	Maxim. wert	Variat koeff.	Test- gr.
-----------------	----------------	------------------	------------------	----------------	----------------	------------------	--------------

Ca

45,00	10,51	0,65	0,10	8,88	11,60	6,16	4,20
45,00	10,23	0,50	0,08	9,08	11,39	4,94	4,58
44,00	10,03	0,54	0,08	8,34	10,99	5,38	4,91
41,00	9,97	0,61	0,10	8,34	11,12	6,13	4,55
32,00	10,45	0,57	0,10	8,91	11,70	5,45	4,89

An.Phos.

45,00	6,42	0,75	0,11	4,95	7,70	11,71	3,66
45,00	6,33	0,80	0,12	4,93	7,65	12,69	3,39
44,00	6,29	0,75	0,11	4,83	7,93	11,92	4,13
41,00	6,32	0,78	0,12	4,77	7,85	12,40	3,93
32,00	6,35	0,88	0,16	4,79	8,14	13,86	3,81

Alk.Phos.

45,00	51,84	28,74	4,29	21,00	167,00	55,44	5,08
45,00	49,24	27,12	4,04	20,00	153,00	55,07	4,90
44,00	48,18	27,04	4,08	19,00	153,00	56,12	4,96
41,00	47,46	27,87	4,35	19,00	153,00	58,73	4,81
32,00	52,38	29,50	5,22	22,00	158,00	56,33	4,61

Hst--N

45,00	17,59	3,08	0,46	11,40	26,30	17,54	4,83
45,00	17,66	3,03	0,45	11,10	24,80	17,14	4,53
44,00	17,88	3,10	0,47	11,20	25,50	17,35	4,61
41,00	18,09	3,11	0,49	11,30	25,30	17,21	4,50
32,00	17,49	3,22	0,57	11,20	26,20	18,41	4,66

Anzahl Werte	Mittel wert	Stand. abwei.	Stand. fehler	Minim. wert	Maxim. wert	Variat koeff.	Test- gr.
-----------------	----------------	------------------	------------------	----------------	----------------	------------------	--------------

Creat.

45,00	1,88	0,33	0,05	1,21	2,65	17,70	4,33
45,00	1,83	0,42	0,06	0,81	2,65	22,86	4,40
44,00	1,88	0,41	0,06	0,69	2,64	22,09	4,71
41,00	1,89	0,39	0,06	0,91	2,63	20,85	4,37
32,00	1,80	0,41	0,07	0,88	2,60	22,85	4,18

G.-Bili

45,00	0,27	0,07	0,01	0,16	0,43	24,38	4,05
45,00	0,26	0,06	0,01	0,14	0,36	21,48	3,95
44,00	0,25	0,05	0,01	0,14	0,34	18,85	4,20
41,00	0,25	0,05	0,01	0,14	0,34	20,72	3,81
32,00	0,28	0,05	0,01	0,14	0,36	19,36	4,10

CK

45,00	936,20	238,54	35,56	377,00	1171,0	25,48	3,33
45,00	874,29	260,77	38,87	351,00	1171,0	29,83	3,14
44,00	861,18	268,22	40,43	342,00	1171,0	31,15	3,09
41,00	881,20	270,89	42,31	310,00	1171,0	30,74	3,18
32,00	1014,3	224,70	39,72	419,00	1171,0	22,15	3,35

LDH

45,00	433,53	78,73	11,74	273,00	589,00	18,16	4,01
45,00	419,98	78,17	11,65	272,00	589,00	18,61	4,06
44,00	409,41	78,69	11,86	276,00	590,00	19,22	3,99
41,00	420,07	87,78	13,71	268,00	589,00	20,90	3,66
32,00	500,94	85,36	15,09	331,00	589,00	17,04	3,02

Anzahl Werte	Mittel wert	Stand. abwei.	Stand. fehler	Minim. wert	Maxim. wert	Variat koeff.	Test- gr.
-----------------	----------------	------------------	------------------	----------------	----------------	------------------	--------------

GPT

45,00	70,53	13,06	1,95	48,00	102,00	18,51	4,14
45,00	67,13	12,66	1,89	46,00	98,00	18,85	4,11
44,00	65,23	12,38	1,87	42,00	97,00	18,98	4,44
41,00	65,73	13,11	2,05	45,00	99,00	19,95	4,12
32,00	71,16	12,90	2,28	51,00	109,00	18,13	4,50

GOT

45,00	43,58	11,94	1,78	20,00	83,00	27,41	5,27
45,00	45,49	15,66	2,33	24,00	109,00	34,42	5,43
44,00	43,34	16,03	2,42	23,00	112,00	36,98	5,55
41,00	45,15	17,89	2,79	22,00	115,00	39,62	5,20
32,00	52,38	17,39	3,07	25,00	92,00	33,20	3,85

Ges.Eiw.

45,00	8,06	0,43	0,06	7,34	9,24	5,35	4,41
45,00	7,61	0,47	0,07	6,64	8,48	6,18	3,91
44,00	7,41	0,42	0,06	6,54	8,13	5,64	3,81
41,00	7,38	0,45	0,07	6,53	8,26	6,16	3,80
32,00	8,20	0,47	0,08	7,15	9,23	5,75	4,41

Alb.

45,00	3,52	0,27	0,04	2,88	4,13	7,80	4,55
45,00	3,34	0,27	0,04	2,74	4,10	8,14	5,00
44,00	3,26	0,26	0,04	2,74	3,98	8,03	4,75
41,00	3,26	0,28	0,04	2,70	3,94	8,66	4,39
32,00	3,53	0,29	0,05	2,88	4,34	8,11	5,10

Anzahl Werte	Mittel wert	Stand. abwei.	Stand. fehler	Minim. wert	Maxim. wert	Variat koeff.	Test- gr.
-----------------	----------------	------------------	------------------	----------------	----------------	------------------	--------------

Chol

45,00	84,44	16,51	2,46	56,00	132,00	19,56	4,60
45,00	77,89	14,59	2,17	50,00	120,00	18,73	4,80
44,00	76,61	15,31	2,31	47,00	119,00	19,98	4,70
41,00	75,78	14,60	2,28	48,00	125,00	19,27	5,27
32,00	85,13	18,60	3,29	52,00	140,00	21,85	4,73

NF

45,00	57,76	20,11	3,00	32,00	135,00	34,82	5,12
45,00	60,98	24,67	3,68	26,00	141,00	40,46	4,66
44,00	56,84	21,75	3,28	26,00	135,00	38,27	5,01
41,00	53,15	23,37	3,65	17,00	130,00	43,97	4,84
32,00	59,84	21,49	3,80	31,00	122,00	35,91	4,23

Na

45,00	142,92	2,90	0,43	138,60	152,10	2,03	4,66
45,00	141,74	2,40	0,36	137,80	148,70	1,69	4,55
44,00	141,94	2,95	0,44	134,60	148,10	2,08	4,58
41,00	142,28	2,82	0,44	136,10	149,70	1,98	4,83
32,00	142,08	3,15	0,56	136,90	150,80	2,22	4,42

K

45,00	4,50	0,59	0,09	3,54	6,17	13,09	4,47
45,00	4,25	0,48	0,07	3,37	5,27	11,20	3,99
44,00	4,17	0,40	0,06	3,51	5,04	9,51	3,86
41,00	4,14	0,44	0,07	3,54	5,13	10,54	3,65
32,00	4,07	0,51	0,09	3,18	5,10	12,66	3,73

Anzahl Werte	Mittel wert	Stand. abwei.	Stand. fehler	Minim. wert	Maxim. wert	Variat koeff.	Test- gr.
-----------------	----------------	------------------	------------------	----------------	----------------	------------------	--------------

Cl

45,00	101,75	2,79	0,42	94,60	109,60	2,74	5,37
45,00	102,05	2,40	0,36	95,50	108,70	2,35	5,50
44,00	102,25	2,23	0,34	96,20	106,20	2,18	4,49
41,00	102,05	2,43	0,38	97,30	109,20	2,39	4,89
32,00	100,77	2,59	0,46	93,20	106,50	2,57	5,13

Fe

45,00	160,20	32,60	4,86	101,00	256,00	20,35	4,75
45,00	150,42	32,93	4,91	87,00	252,00	21,89	5,01
44,00	144,23	30,64	4,62	95,00	240,00	21,25	4,73
41,00	146,20	33,14	5,18	95,00	276,00	22,67	5,46
32,00	167,38	39,59	7,00	93,00	289,00	23,65	4,95

G-GT

45,00	26,73	5,81	0,87	13,00	42,00	21,73	4,99
45,00	26,44	6,05	0,90	9,00	42,00	22,90	5,45
44,00	25,55	6,29	0,95	9,00	42,00	24,62	5,25
41,00	25,17	6,52	1,02	6,00	42,00	25,91	5,52
32,00	26,91	7,08	1,25	8,00	44,00	26,32	5,08

s. Phos.

45,00	10,68	5,01	0,75	3,40	26,40	46,93	4,59
45,00	11,29	5,61	0,84	2,80	25,10	49,71	3,97
44,00	10,19	4,69	0,71	2,80	21,90	46,06	4,07
41,00	8,86	3,31	0,52	3,10	16,30	37,33	3,99
32,00	12,73	6,39	1,13	5,20	34,10	50,20	4,52

Anzahl Werte	Mittel wert	Stand. abwei.	Stand. fehler	Minim. wert	Maxim. wert	Variat koeff.	Test- gr.
-----------------	----------------	------------------	------------------	----------------	----------------	------------------	--------------

Cu

45,00	205,96	23,28	3,47	167,00	285,00	11,30	5,07
45,00	192,56	24,45	3,65	146,00	274,00	12,70	5,23
44,00	188,73	24,18	3,64	150,00	268,00	12,81	4,88
41,00	187,68	25,23	3,94	146,00	267,00	13,45	4,80
32,00	208,69	22,12	3,91	172,00	264,00	10,60	4,16

Mg

45,00	2,69	0,27	0,04	2,22	3,14	9,97	3,43
45,00	2,63	0,25	0,04	2,18	3,14	9,59	3,81
44,00	2,63	0,24	0,04	2,17	3,20	8,99	4,36
41,00	2,65	0,25	0,04	2,26	3,25	9,31	4,01
32,00	2,78	0,29	0,05	2,30	3,58	10,42	4,43

Zink

45,00	155,13	21,96	3,27	112,00	208,00	14,16	4,37
45,00	153,84	23,63	3,52	105,00	218,00	15,36	4,78
44,00	149,77	22,57	3,40	100,00	213,00	15,07	5,01
41,00	145,80	24,36	3,80	95,00	202,00	16,71	4,39
32,00	149,09	28,17	4,98	58,00	207,00	18,90	5,29

Tabelle II (Prüfungsabschnitt II)

Anzahl Werte	Mittel wert	Stand. abwei.	Stand. fehler	Minim. wert	Maxim. wert	Variat koeff.	Test- gr.
-----------------	----------------	------------------	------------------	----------------	----------------	------------------	--------------

Fluid

9,00	38,10	7,00	2,33	30,13	53,40	18,37	3,32
9,00	34,17	6,73	2,24	26,73	49,09	19,70	3,32
8,00	32,77	5,53	1,95	24,15	42,07	16,86	3,24
7,00	30,91	3,56	1,35	25,59	35,26	11,53	2,71
7,00	35,68	6,09	2,30	28,13	45,16	17,06	2,80

Ery

9,00	4,86	0,73	0,24	3,79	5,73	15,08	2,65
9,00	4,28	0,85	0,28	2,79	5,24	19,83	2,88
8,00	4,06	0,90	0,32	2,56	4,90	22,15	2,60
7,00	3,86	0,81	0,31	2,63	4,68	20,94	2,54
7,00	4,53	0,83	0,31	3,21	5,72	18,30	3,03

Hb

9,00	11,10	1,65	0,55	7,30	13,60	14,87	3,82
9,00	8,88	1,94	0,65	5,30	10,40	21,89	2,62
8,00	8,38	2,18	0,77	4,50	10,20	25,99	2,62
7,00	8,23	2,10	0,79	5,20	10,20	25,49	2,38
7,00	9,24	1,93	0,73	5,80	11,30	20,89	2,85

Htc

9,00	33,27	4,32	1,44	27,00	38,70	12,98	2,71
9,00	29,84	5,07	1,69	20,00	35,70	17,00	3,09
8,00	28,09	5,01	1,77	18,30	32,10	17,84	2,75
7,00	27,84	4,34	1,87	20,30	32,30	17,73	2,43
7,00	29,90	5,35	2,02	21,50	35,60	17,89	2,64

Anzahl Werte	Mittel wert	Stand. abwei.	Stand. fehler	Minim. wert	Maxim. wert	Variat koeff.	Test- gr.
-----------------	----------------	------------------	------------------	----------------	----------------	------------------	--------------

Leuco

9,00	8,41	2,25	0,75	4,50	11,90	26,78	3,29
9,00	7,58	1,88	0,63	4,60	10,70	24,79	3,25
8,00	7,30	1,99	0,70	3,80	10,20	27,24	3,22
7,00	7,83	1,20	0,45	6,20	9,20	15,36	2,50
7,00	8,20	1,64	0,62	6,10	10,40	20,04	2,62

Glu

9,00	73,33	11,63	3,88	54,00	91,00	15,86	3,18
9,00	80,56	20,11	6,70	48,00	107,00	24,97	2,93
8,00	70,00	26,07	9,22	24,00	98,00	37,24	2,84
8,00	70,13	20,77	7,34	26,00	93,00	29,61	3,23
8,00	83,63	13,05	4,61	63,00	105,00	15,60	3,22

Hsre

9,00	0,22	0,12	0,04	0,09	0,45	55,51	2,96
9,00	0,17	0,08	0,03	0,01	0,26	48,18	2,99
8,00	0,15	0,08	0,03	0,01	0,24	56,85	2,77
8,00	0,17	0,06	0,02	0,03	0,22	37,62	3,04
8,00	0,17	0,06	0,02	0,09	0,27	33,34	3,13

Ca

9,00	9,94	0,43	0,14	9,45	10,82	4,35	3,16
9,00	9,67	0,44	0,15	9,18	10,54	4,58	3,07
8,00	9,54	0,61	0,22	8,94	10,46	6,39	2,49
8,00	9,48	0,45	0,16	9,07	10,26	4,73	2,65
8,00	9,84	0,73	0,26	8,75	10,74	7,45	2,72

Anzahl Werte	Mittel wert	Stand. abwei.	Stand. fehler	Minim. wert	Maxim. wert	Variat koeff.	Test- gr.
-----------------	----------------	------------------	------------------	----------------	----------------	------------------	--------------

An.Phos.

9,00	6,20	0,21	0,07	5,82	6,49	3,41	3,17
9,00	6,11	0,21	0,07	5,83	6,54	3,50	3,32
8,00	6,05	0,25	0,09	5,78	6,51	4,08	2,96
8,00	6,00	0,29	0,10	5,72	6,60	4,78	3,07
8,00	6,15	0,22	0,08	5,97	6,57	3,55	2,75

Alk.Phos.

9,00	25,67	6,58	2,19	18,00	34,00	25,62	2,43
9,00	24,11	6,03	2,01	17,00	31,00	25,01	2,32
8,00	22,13	5,89	2,08	15,00	30,00	26,62	2,55
8,00	22,25	6,09	2,15	15,00	31,00	27,36	2,63
8,00	25,00	6,00	2,12	17,00	33,00	24,00	2,67

Hst-N

9,00	12,20	3,02	1,01	5,80	16,50	24,77	3,54
9,00	12,23	3,25	1,08	5,80	16,40	26,57	3,26
8,00	12,14	3,64	1,29	5,30	16,60	29,96	3,11
8,00	12,70	2,65	0,94	9,50	16,60	20,88	2,68
8,00	13,24	2,73	0,96	9,60	17,20	20,62	2,78

Creat.

9,00	1,75	0,36	0,12	1,17	2,12	20,51	2,65
9,00	1,79	0,38	0,13	1,14	2,23	21,24	2,87
8,00	1,75	0,38	0,14	1,18	2,28	21,87	2,87
8,00	1,72	0,41	0,15	1,10	2,27	24,03	2,83
8,00	1,76	0,45	0,16	1,09	2,24	25,72	2,54

Anzahl Werte	Mittel wert	Stand. abwei.	Stand. fehler	Minim. wert	Maxim. wert	Variat koeff.	Test- gr.
-----------------	----------------	------------------	------------------	----------------	----------------	------------------	--------------

G.-Bili

9,00	0,10	0,05	0,02	0,06	0,23	55,50	3,13
9,00	0,06	0,03	0,01	0,02	0,11	44,48	3,44
8,00	0,05	0,01	0,00	0,03	0,08	26,46	3,69
8,00	0,06	0,02	0,01	0,03	0,10	41,13	2,90
8,00	0,08	0,03	0,01	0,05	0,15	41,81	3,09

CK

9,00	808,44	348,07	116,02	384,00	1210,0	43,05	2,37
9,00	803,39	347,42	115,81	355,00	1210,0	43,22	2,46
8,00	741,50	343,00	121,27	329,00	1210,0	46,26	2,57
8,00	728,13	347,41	122,83	317,00	1210,0	47,71	2,57
8,00	792,50	334,62	118,31	335,00	1210,0	42,22	2,61

LDH

9,00	388,00	78,96	26,32	289,00	528,00	20,35	3,03
9,00	373,11	80,85	26,95	270,00	520,00	21,67	3,09
8,00	382,88	82,29	29,09	259,00	506,00	21,49	3,00
8,00	358,38	81,86	28,94	253,00	495,00	22,84	2,96
8,00	373,75	67,36	23,82	305,00	480,00	18,02	2,60

GPT

9,00	47,11	16,96	5,65	33,00	86,00	36,00	3,13
9,00	44,11	16,83	5,61	31,00	83,00	38,14	3,09
8,00	43,75	17,39	6,15	31,00	81,00	39,75	2,87
8,00	43,38	17,10	6,05	30,00	80,00	39,43	2,92
8,00	40,13	9,96	3,52	30,00	62,00	24,83	3,21

Anzahl Werte	Mittel wert	Stand. abwei.	Stand. fehler	Minim. wert	Maxim. wert	Variat koeff.	Test- gr.
-----------------	----------------	------------------	------------------	----------------	----------------	------------------	--------------

GOT

9,00	31,56	13,95	4,65	20,00	56,00	44,20	2,58
9,00	28,78	13,84	4,61	18,00	52,00	48,08	2,46
8,00	27,75	14,67	5,18	17,00	51,00	52,85	2,32
8,00	27,88	14,39	5,09	16,00	51,00	51,61	2,43
8,00	28,63	11,95	4,23	20,00	56,00	41,75	3,01

Ges. Riw.

9,00	7,76	0,54	0,18	6,67	8,53	6,96	3,45
9,00	7,33	0,47	0,16	6,47	7,98	6,40	3,22
8,00	7,25	0,48	0,17	6,45	7,93	6,61	3,09
8,00	7,22	0,48	0,17	6,45	7,80	6,58	2,84
8,00	7,79	0,69	0,24	6,77	8,72	8,80	2,85

Alb.

9,00	3,27	0,31	0,10	2,80	3,77	9,55	3,10
9,00	3,09	0,28	0,09	2,67	3,52	9,12	3,02
8,00	3,02	0,26	0,09	2,66	3,46	8,67	3,05
8,00	2,96	0,27	0,10	2,64	3,30	9,14	2,44
8,00	3,26	0,38	0,13	2,68	3,85	11,68	3,07

Chol

9,00	79,67	13,43	4,48	56,00	99,00	16,85	3,20
9,00	73,89	12,79	4,26	52,00	92,00	17,31	3,13
8,00	70,38	10,74	3,80	52,00	86,00	15,27	3,16
8,00	69,63	10,64	3,76	52,00	83,00	15,28	2,91
8,00	74,13	15,40	5,45	51,00	93,00	20,78	2,73

Anzahl Werte	Mittel wert	Stand. abwei.	Stand. fehler	Minim. wert	Maxim. wert	Variat koeff.	Test- gr.
-----------------	----------------	------------------	------------------	----------------	----------------	------------------	--------------

NF

9,00	29,00	5,43	1,81	22,00	37,00	18,73	2,76
9,00	27,11	4,76	1,59	20,00	37,00	17,54	3,58
8,00	27,25	3,24	1,15	22,00	33,00	11,89	3,39
8,00	26,63	3,78	1,34	21,00	32,00	14,19	2,91
8,00	29,63	4,96	1,75	21,00	37,00	16,73	3,23

Na

9,00	143,18	1,79	0,60	139,00	144,60	1,25	3,14
9,00	141,80	2,06	0,69	138,30	144,30	1,45	2,92
8,00	142,06	2,20	0,78	138,30	144,90	1,55	3,00
8,00	142,36	3,07	1,09	138,30	148,40	2,16	3,29
8,00	143,01	2,62	0,93	140,40	146,90	1,83	2,48

K

9,00	4,25	0,18	0,06	3,90	4,59	4,20	3,86
9,00	3,89	0,27	0,09	3,38	4,18	6,85	3,00
8,00	3,87	0,20	0,07	3,53	4,23	5,10	3,54
8,00	3,84	0,25	0,09	3,46	4,23	6,51	3,08
8,00	4,08	0,14	0,05	3,82	4,24	3,55	2,90

C1

9,00	100,71	1,98	0,66	97,90	104,70	1,97	3,44
9,00	101,03	1,71	0,57	98,90	104,70	1,69	3,40
8,00	101,50	2,69	0,95	98,80	105,70	2,65	2,57
8,00	101,00	1,98	0,70	98,50	104,60	1,96	3,08
8,00	100,84	1,61	0,57	99,00	104,00	1,59	3,11

Anzahl Werte	Mittel wert	Stand. abwei.	Stand. fehler	Minim. wert	Maxim. wert	Variat koeff.	Test- gr.
-----------------	----------------	------------------	------------------	----------------	----------------	------------------	--------------

Fe

9,00	95,67	36,83	12,28	45,00	136,00	38,50	2,47
9,00	91,67	36,00	12,00	45,00	130,00	39,27	2,36
8,00	88,25	39,51	13,97	31,00	128,00	44,78	2,45
8,00	91,00	38,25	13,52	43,00	128,00	42,03	2,22
8,00	124,88	52,62	18,60	57,00	184,00	42,14	2,41

G-GT

9,00	20,44	4,07	1,36	15,00	26,00	19,89	2,71
9,00	19,44	3,97	1,32	14,00	26,00	20,43	3,02
8,00	19,00	3,82	1,35	14,00	25,00	20,09	2,88
8,00	18,63	3,70	1,31	13,00	24,00	19,87	2,97
8,00	20,00	4,14	1,46	15,00	25,00	20,70	2,42

s. Phos.

9,00	7,19	1,96	0,65	4,60	10,90	27,29	3,21
9,00	6,73	1,44	0,48	4,70	9,10	21,44	3,05
8,00	7,03	2,36	0,83	4,20	10,40	33,57	2,63
8,00	6,36	1,80	0,63	3,80	9,10	28,23	2,95
8,00	6,41	1,65	0,58	4,00	8,60	25,79	2,78

Cu

9,00	246,67	37,74	12,58	184,00	290,00	15,30	2,81
9,00	238,22	25,10	8,37	206,00	271,00	10,54	2,59
8,00	235,00	28,88	10,21	195,00	267,00	12,29	2,49
8,00	241,75	21,89	7,74	197,00	264,00	9,05	3,06
8,00	248,50	30,04	10,62	212,00	304,00	12,09	3,06

Anzahl Werte	Mittel wert	Stand. abwei.	Stand. fehler	Minim. wert	Maxim. wert	Variat koeff.	Test- gr.
-----------------	----------------	------------------	------------------	----------------	----------------	------------------	--------------

Mg

9,00	2,51	0,16	0,05	2,26	2,73	6,38	2,94
9,00	2,43	0,15	0,05	2,14	2,59	6,35	2,92
8,00	2,41	0,12	0,04	2,18	2,53	5,08	2,87
8,00	2,41	0,15	0,05	2,16	2,61	6,31	2,96
8,00	2,53	0,26	0,09	2,16	2,91	10,33	2,86

Zink

9,00	158,33	30,90	10,30	89,00	185,00	19,51	3,11
9,00	167,67	19,37	6,46	134,00	194,00	11,56	3,10
8,00	159,00	30,97	10,95	88,00	182,00	19,48	3,04
8,00	165,88	12,87	4,55	145,00	186,00	7,76	3,19
8,00	152,75	18,44	6,52	125,00	175,00	12,08	2,71

Schlußfolgerung

Die durchgeführten Untersuchungen haben gezeigt, daß sich während der Neuroleptanalgesie mit Azaperon und Metomidat beim Schwein einige Blutwerte, insbesondere aber das Fließverhalten des Blutes klinisch bedeutsam verbessern.

Dieses Ergebnis ist überraschend, da es in der Humanmedizin üblich wird, vor Operationen eine Hämodilution vorzunehmen, um die Fließfähigkeit des Blutes zu erhalten.

Hierbei wird unterschiedlich verfahren, entweder in Form eines isovolämischen Aderlasses, wobei die entnommene Menge Blut durch Plasmaexpander oder ein anderes Blutersatzmittel aufgefüllt wird oder durch Aderlaß ohne Blutersatz.

Diese präoperative Blutabnahme mag aus Gründen der Eigenblut-reperfusion gerechtfertigt sein. Bei kurz dauernden Eingriffen ohne bedeutsamen Blutverlust scheint sie jedoch nicht notwendig zu sein, da es hier möglicherweise zu unerwünschten Elektrolytverdünnungen (Kalium) kommen kann.

Man könnte davon ausgehen, daß die gefundene Verbesserung der Fließfähigkeit (Fluidität) unter der Narkose zum Teil nur ein Scheineffekt ist, da die Erythrozyten u.U. einen dem aktiven Kreislauf fernen "Prä-Sludge" bilden. Da aber das Gesamteiweiß, das Albumin und einige Elektrolyte mit fallen, ist die alleinige Erythrozytenreaktion im Sinne eines Prä-Sludge sehr unwahrscheinlich.

Es ist zu vermuten, daß es während der Narkose, bei der die Tiere liegen, zu einer Umverteilung der im Kreislauf aktiv bewegten Blutmengen kommt.

Bekannt ist, daß von der Gesamt-Blutmenge stets nur 20 % bis 30 % aktiv kreisen, während sich der Großteil des "strömenden Organs Blut" in den Depots und Organgefügen, wie beispielsweise Leber, Milz und venöse Anteile des Kreislaufes prästatisch bewegt.

Die Untersuchung zeigte, daß nach dem gegenwärtigen Stand des Wissens die kurz- bis mittellange Narkose mit Stresnil/-Hypnodil beim Schwein eine gute bis sehr gute Analgesie und Muskelrelaxation bei weitgehender Schonung des Kreislaufes bringt.

Man kann davon ausgehen, daß das "strömende Organ Blut" keine negativen Fließreaktionen unter dieser Narkoseart (Neuroleptanalgesie) zeigt. Da nach HERTRAMPF (1983) die kurze Diastolendauer beim Schwein ohnehin eine mangelhafte Myokarddurchblutung bewirkt, erscheint es um so wichtiger, daß die kritischen Organe Herz, Hirn und Lunge während der Narkose ausreichend mit Sauerstoff und Substrat versorgt werden (vergleiche Abb.2).

Dies erachten BRAUER u. Mitarb. (1976) für bedeutend, denn ein mm^3 Herzmuskel enthält beim Mensch und Schwein eine Kapillarstrecke von 1100 mm Länge. Diese Kapillarstrecke nimmt aber nur 17 % des Rauminhaltes ein, wobei jede Herzmuskelzelle von vier Kapillaren umgeben ist.

Um diese Konstruktion zu meistern, ist der Kapillarquerschnitt in der Herzmuskulatur auf 3 - 3,5 μm reduziert. Bei einer Erythrozytenaggregation und bei einem Erythrozytendurchmesser von ca. 7 - 7,4 μm könnte die Herzmuskulatur nicht mehr ausreichend mit Blut versorgt werden. Da sich Erythrozytenaggregate nicht mehr verformen können, würden sie sich wie ein fester Körper verhalten und den Kapillarquerschnitt verlegen.

Jede Verschlechterung der Fließfähigkeit, jede Viskositätszunahme, jede Erythrozytenaggregation ist in hohem Maße hypoxieverdächtig.

5. Zusammenfassung

An 51 Schweinen der Gewichtsklasse 110-160 kg wurde das Verhalten des "strömenden Organs Blut" überprüft, wobei die Beobachtung hämorheologischer Phänomene im Vordergrund stand.

Die Ergebnisse zeigen, daß es während der Neuroleptanalgesie mit Azaperon und Metomidat beim Schwein zu einer Erhöhung der Fließfähigkeit des Blutes kommt. Die unter Narkosebelastung kritische Organdurchblutung kann damit als gesichert angenommen werden.

Der Einfluß des Stresses auf die Veränderung einiger Blutwerte wurde mit einer Kontrollgruppe (implantierte Dauerkatheter zur "streßfreien Blutentnahme") verglichen.

Erfolgt die Narkose unter Streßbelastung, zeigen die Parameter CK, GOT und LDH, daß Muskelläsionen häufig sind.

Die höhere Streßbelastung auch unter der Narkose ergibt sich aus dem Verhalten der Glukose in der Gruppe I.

Ein kritischer Parameter, der beobachtet werden sollte, scheint Kalium zu sein.

6. Summary

The Influence of the Combination-Anaesthesia with Azaperone and Metomidate on the Behaviour of Blood Fluidity as well as on Several Blood Values in Swine

The behaviour of the "fluid organ" blood has been examined in 51 pigs at a body weight of 110 - 160 kg, whereby the observation of hemorheological phenomena was emphasized.

The results show an increase of the fluidity of blood in swine during the combination-anaesthesia with Azaperone and Metomidate. The often discussed problem of hypoperfusion during anaesthesia did not occur.

The influence of stress on changes of haematological and chemical blood values has been compared with a control group (by intravenously implanted catheters in order to avoid any stress).

The activities of CK, GOT and LDH show that muscle lesions do occur very often during anaesthesia under stress (by restraint).

The great influence of stress even during anaesthesia can also be seen by the behaviour of glucose in group I.

An important parameter that should be paid attention to seems to be potassium.

7.Literaturverzeichnis

ALLEN, W. M., D. S. PATTERSON: The possible relation-ship between plasma creatine phosphokinase activity and muscle characteristics in the pig.

Proceedings of the 2nd International symposium on condition and meat quality of the pigs.

Wageningen Centre for Agricultural Publishing and Documentation (1971)

BADE, U.: Die Bedeutung der Transaminasen für die klinische Diagnostik in der Veterinärmedizin und Humanmedizin.

Diss. med. vet. Hannover (1969)

BARRAS, J.-P.: Capillarité dans des tubes de très petit diamètre.

Helv. Physiol. Acta 22, 228-240 (1964)

BARRAS, J.-P.: L'écoulement du sang dans les capillaires.

Helv. med. Acta 34, 468-477 (1968)

BARTOLI, V., G. PASQUINI, B. ALBANESE, R. MORINI, P. G. MANESCALCHI und C. LIVI: The influence of Hematocrit and plasma viscosity on blood viscosity.

Clinical Hemorheology, Vol 2, 319-327 (1982)

BECKER, M. u. R. REGLINGER: Die vergleichende Betrachtung der Vitalfunktionen nach Neuroleptika- und Narkosemittelapplikation beim Schwein.

Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 87, 165-170 (1974)

BEHRENS, G.: Vergleichende Untersuchungen über den Calcium- und Phosphorgehalt im Blutplasma von Sauen und Ferkeln nach Schnittentbindungen und Normalgeburten.
Diss. med. vet. Hannover (1962)

BERGFELD, E., J. H. WENIGER und D. STEINHAUF: Veränderungen des Blutvolumens unter Belastung beim Schwein.
Züchtungskd. 42, 43-48 (1977)

BERGSTROM, J., G. GUARNIERI, E. HULTMAN: Carbohydrate metabolism and electrolyte changes in human muscle tissue during heavy work.
J. Appl. Physiol. 30 (1), 122-125 (1971)

BICKHARDT, K.: Beziehungen zwischen Enzymaktivitäten und Metabolitgehalten im Blut vor und nach körperlicher Belastung sowie Wässrigkeit des Fleisches bei Schweinen.
Dtsch. Tierärztl. Wschr. 77, 535-538 (1970)

BICKHARDT, K. u. A. WIRTZ: Einfluß von Anbindestreß und Fütterung auf Blutmeßwerte des Schweines.
Dtsch. Tierärztl. Wschr. 85, 457-496 (1978)

BICKHARDT K.: Laborwerte beim Schwein. In: W. SCHULZE, K. BICKHARDT, G. v. MICKWITZ, H. PLONAIT: Klinik der Schweinekrankheiten, Schaper Verlag Hannover (1980)

BICKHARDT, K.: Zur Diagnostik der Streßanfälligkeit beim Schwein.
Der Prakt. Tierarzt 64, 335-340 (1983)

BOLLWAHN, W.: Untersuchungen des Schweineserums mit dem Mikroelektrophoresegerät nach Antweiler.
Diss. med. vet. Hannover (1959)

BOLLWAHN, W. u. A. S. HAZEM: Schnittentbindung der Sau unter flacher Allgemeinnarkose (Stresnil-Hypnodil-Kombination) und Rückenmarksanästhesie.
Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 88, 281-284 (1975)

BOLLWAHN, W.: Anästhesie und Sedation. In: W. SCHULZE, K. BICKHART, G. v. MICKWITZ, H. PLONAIT: Klinik der Schweinekrankheiten, Schaper Verlag Hannover (1980)

BOLLWAHN, W., B. VOLLMERHAUS, K. HEINRITZI und H. ROOS: Erneut - zur Blutentnahme aus der Jugularvene beim größeren Schwein.
Der Praktische Tierarzt 12, 1037-1042 (1982)

BOSS, N., H. CHMIEL, V. KACHEL und G. RUHENSTROTH-BAUER: Erythrozytenaggregation bei Nichtrauchern, Rauchern und Herzinfarktpatienten.
Blut, Band XXVII, 191-195 (1973)

BOSS, N., S. KOENIG und G. RUHENSTROTH-BAUER: Die Erythrozytenaggregation beim Menschen mit Risikofaktoren eines Herzinfarkts.
Klin. Wschr. 53, 385-389 (1975)

BRAASCH, D.: Red Cell Deformability and Capillary Blood Flow.
Physiol. Rev. 51, 679-697 (1971)

BRAUER, H., V. RAHLES, L. DJURDJEVIC: Korrelation der Fließfähigkeit des Blutes und weiterer Blut-Serum-Variabler. Münch. Med. Wschr. 118, 1041-1042 (1976)

BRONSCH, K.: Stoffwechsel der Mineralstoffe. In: SCHEUNERT/TRAUTMANN: Lehrbuch der Veterinär-Physiologie, Parey Verlag Berlin, 6. Auflage (1976)

CANNON, W. B.: Organization for physiological Homeostasis. *Physiol. Rev.* 9, 399-431 (1929)

CARDINET, G. H. u. J. STEPHENS-ORVIS: Skeletal Muscle Function. In: *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*, 3rd ed. by KANEKO, J. J. 1980. Academic Press New York (1980)

CHIEN, S., S. USAMI, R. J. DELLENBACK, M. J. GREGERSEN: Blood viscosity: Influence of Erythrocyte Deformation. *Science* 157, 827-829 (1967)

Dieselb.: Blood viscosity: Influence of Erythrocyte Aggregation. *Science* 157, 829-831 (1967)

CHMIEL, H. u. B. STÖRMER: Zur Rheologie des Blutes. *Biomed. Technik* 17, 174-180 (1972)

CLARKE, K. W.: Effect of Azaperone on the blood pressure and pulmonary ventilation of pigs.
Vet. Rec. 85, 649-651 (1969)

CUNNINGHAM, I. J.: Some biochemical and physiological aspects of copper in animal nutrition.
Biochem. J., London 25, (1931)

DAHME, E.: Das Schwein ein Versuchstier für die experimentelle Arterioskleroseforschung.
Zeitschr. f. ges. Exp. Med. 145, 305-311 (1968)

DEUTSCH, E. u. G. GEYER: Laboratoriumsdiagnostik, Steinkopf Verlag Berlin (1969)

DIECKMANN, K.-H.: Über den Einfluß von Stresnil-JANSSEN, Hypnodil-JANSSEN und Thiogenal-MERCK auf die Herzschlagzahlen bei Ebern während der Kastrationsnarkosen.
Diss. med. vet. Berlin (1971)

DIMIGEN, J.: Die Anästhesie mit der Kombination Metomidat/Azaperon anläßlich der Eberkastration.
Dtsch. Tierärztl. Wschr. 79, 102-106 (1972)

DIMIGEN, J. u. J. REETZ: Versuche zur Schmerzausschaltung beim Schwein mit dem Neuroleptikum Azaperon und dem Hypnotikum Metomidat.
Dtsch. Tierärztl. Wschr. 77, 470-473 (1970)

DINTENFASS, L.: Microrheology of blood in health and disease.
Proc. 5th Int. Congr. Rheol. 2, 27-59 (1968)

EBERHAGEN, D.: Klinische Chemie und Hämatologie, Urban und Schwarzenberg Verlag München (1971)

EDER, H.: Blut, Lymphe und andere Körperflüssigkeiten. In: SCHEUNERT-TRAUTMANN: Lehrbuch der Veterinär-Physiologie, Parey Verlag Berlin, 6. Auflage (1976)

EHRLY, A. M.: The effect of plasma substitutes in erythrocyte aggregation and blood viscosity.
Bibl. Haematol. 33, 302 (1969)

EHRLY, A. M.: Verbesserung der Fließeigenschaften des Blutes: Ein neues Prinzip zur medikamentösen Therapie chronischer peripherer arterieller Durchblutungsstörungen.
Zeitschr. f. Gefäßkrankheiten, VASA, Suppl. 1, 1-18 (1973)

EHRLY, A. M.: Veränderungen der Fließeigenschaften des Blutes und der Erythrozyten bei arteriellen Verschußerkrankungen.
Med. Welt 26, 1971-1972 (1975)

EHRLY, A. M., W. SCHROEDER: Zur Pathophysiologie der chronischen arteriellen Verschußerkrankung, I. Mikrozirkulatorische Blutverteilungsstörung in der Skelettmuskulatur.
Herz/Kreislauf 11, 275-281 (1979)

ENGLERT, L. R.: Untersuchungen über den Gehalt an Calcium, anorganischem Phosphor und an alkalischer Phosphatase bei klinisch gesunden Schweinen.
Diss. med. vet. Hannover (1966)

FAHRÆUS, R. u. T. LINDQVIST: The viscosity of the blood in narrow capillary tubes.

Amer. J. Physiol. 96, 562-568 (1931)

FENN, O.W.: The Role of Potassium in physiological Process. Phys. Rev. 20, 377-415 (1940)

FENN, O. W. u.D. M. COBB: Electrolyte changes in Muscle during Activity.

Am. J. Physiol. 115, 345-356 (1936)

FISCHER, Th., M. STÖHR-LIESEN, H. SCHMID-SCHÖNBEIN: The Red Cell as a Fluid Droplet: Tank Tread-like Motion of the human Erythrocyte Membrane in Shear Flow.

Science 202, 894-895 (1978)

FLOREY, E.: Lehrbuch der Tierphysiologie, Thieme Verlag Stuttgart, 2. Auflage (1975)

GALLASCH, G.: Zur rheologischen Wirksamkeit isolierter Serumproteine auf die Erythrozytenaggregation.

Diss. med. München (1975)

GANONG, W. F.: Medizinische Physiologie, Springer Verlag Berlin (1971)

GEBAUER, H. u. W. PLOETZ: Zum Herztod der Schweine.

M. hefte Vet. med. 13, 530-535, 558-560 (1958)

GUILLAUMOT, R.: Die Rolle der Vielfachanalyse in der modernen Medizin.

Technicon Frankfurt (1970)

HANTSCHMANN, B.: Bilirubinbestimmung bei Sauen während der Geburt und in den ersten Tagen des Puerperiums.
Diss. med. vet. Hannover (1960)

HAPKE, H. -J., E. PRIGGE: Herz- und Kreislaufwirkung von Azaperon (Stresnil).
Dtsch. Tierärztl. Wschr. 79, 500-504 (1972)

HAPKE, H. -J.: Narkose ohne Narkotika.
Dtsch. Tierärztl. Wschr. 83, 204-211 (1976)

HARALAMBIE, G.: Importance of Humoral Changes to Physiological Performance.
International Symp. at Gravenbruch 1971 "Limiting factors of Physical Performance" ed. by KEUL, Thieme Verlag Stuttgart (1973)

HEBESTEDT, M.: Die Anästhesie beim Schwein unter Azaperon und Etomidate.
Diss. med. vet. München (1983)

HERTRAMPF, B.: Beeinflussung der Belastungsreaktion des Schweines durch Carazolol (Suacron) und der Kombination Carazolol (Suacron) und Azaperon (Stresnil).
Der Prakt. Tierarzt 64, 340-346 (1983)

HÖRNICKE, H.: Methoden zur Bestimmung der Körperzusammensetzung lebender Tiere unter besonderer Berücksichtigung des Schweines.
Zeitschr. Tierphysiol., Tierernährung, Futtermittelkunde 17, 28-60 (1962)

JAKUBOWSKI, H.: Neuroleptanalgesie bei DL-Ebern durch ein Azaperon-Metomidat-Gemisch.

Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 86, 306-308 (1973)

JAKUBOWSKI, H., E. LANG, D. ROHLOFF und K.-H. DIECKMANN:
Ein Beitrag zur Narkose des Schweines. Registrierung der
Herzschlagzahlen bei Ebern nach Verabreichung von Eunarcon-
CASSELLA-RIEDEL, Thiogenal-MERCK, Stresnil-JANSSEN und Hyp-
nodil-JANSSEN.

Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 21, 414-417 (1971)

JANSSEN Pharmaceutica: Hypnodil - Ein neues Hypnotikum, In-
formation 10 (1971)

KANEKO, J. J.: Comparative Erythrocyte Metabolism.

Vet. Sci. Comp. Med. 18, 117-153 (1974)

KANEKO, J. J.: Clinical Biochemistry of Domestic Animals.
Academic Press, 3rd ed. by KANEKO, J. J., New York (1980)

KARLSON, P.: Kurzes Lehrbuch der Biochemie, Thieme Verlag
Stuttgart, 9. Auflage (1974)

KIRCHER, G. H.: Hämatologische und biochemische Normprofi-
le beim Schwein.

Diss. med. vet. München (1976)

KLAUS, H.: Der Serumeisenspiegel gesunder Schweine.

Arch. f. exp. Vet. med. 11, 539 (1957)

KOLB, E.: Lehrbuch der Physiologie der Haustiere.

Fischer Verlag Jena (1962)

KRAFT, W.: Das Verhalten einiger Plasma-Enzyme und Elektrolyte sowie von Glucose, unveresterten Fettsäuren und Laktat bei Schweinen während der sich an den Transport zum Schlachthof anschließenden Aufstallung.

Zbl. Vet. Med. A 20, 357-369 (1973)

KRAMER, J. W.: Clinical Enzymology. In: Clinical Biochemistry of Domestic Animals, 3rd ed. by KANEKO, J. J., Academic Press New York (1980)

KUSCHINSKY, G. u. H. LÜLLMANN: Kurzes Lehrbuch der Pharmakologie, Thieme Verlag Stuttgart, 6. Auflage (1974)

LANG, E.: Über die Anwendung von Azaperone beim Schwein. Arch. f. exp. Vet. med. 33, 141-143 (1970)

LENGERKEN, G. von u.V. ALBRECHT: Eignung biochemischer und physiologischer Kennwerte im Blut von Schweinen für die Früherkennung einer Prädisposition zur Ausbildung von Fleischqualitätsmängeln. 9. Mitt.: Ergebnisse von Faktorenanalysen und Schlußfolgerungen über die Verwendbarkeit biochemischer und physiologischer Kennwerte in der Selektion.

Arch. Tierzucht 24, 1-13 (1981)

LEUTHARDT, F.: Lehrbuch der physiologischen Chemie, de Gruyter Verlag Berlin (1963)

MAAS, F.: Einfluß von physischen und psychischen Belastungen auf den Laktatblutspiegel beim Hausschwein.

Diss. med. vet. Hannover (1976)

MARSEBOOM, R. u. J. SYMOENS: Azaperone (R 1929) as a sedative for pigs.

Neth. J. vet. Sci. 1, 124-131 (1968)

MARSHALL, M. u. H. HESS: Akute Auswirkungen niedriger Kohlenmonoxidkonzentrationen auf Blutrheologie, Thrombozythenfunktion und Arterienwand beim Miniaturschwein.

Res. exp. Med. 173, (3), 201-210 (1981)

MARSHALL, M., H. LYDTIN, N. ZÖLLNER: Das Miniaturschwein als Versuchstier in der experimentellen Medizin.

Res. exp. Med. 157, 300-316 (1972)

MARSHALL, M., G. SCHUCKERT, N. ZÖLLNER: Zirkadiane Schwankungen von Plasmaglukose und Insulin beim jungen Miniaturschwein.

Zbl. Vet. Med. 20, 382-387 (1973)

MAYER, M.-R.: Untersuchungen zur Behandlung der Belastungsmiopathie beim Schwein unter Berücksichtigung einiger klinischer und hämatologischer Parameter.

Diss. med. vet. München (1986)

MERRILL, E. W., E. R. GILLILAND, W. G. MARGETTS und F. T. HATCH: Rheology of human blood and hyperlipemia.

J. Appl. Physiol. 19, 494-496 (1964)

MERRILL, E. W.: Rheology of blood.

Physiol. Rev. 49, 683-888 (1969)

MAYER zu ALLENDORF, H.-W.: Polarographische Untersuchungen über den Zink-Gehalt im Blutserum klinisch gesunder Schweine.

Diss. med. vet. Hannover (1959)

MICKWITZ, G. v. u. H. GRUND: Telemetrische Verlaufsuntersuchungen umweltbedingter Herzfrequenzveränderungen beim Schwein.

Dtsch. Tierärztl. Wschr. 77, 136-138 (1970)

MOST, A. S., N. A. RUOCCO jun. und H. GEWIRTZ: Effect of a reduction in blood viscosity on maximal myocardial oxygen delivery distal to a moderate coronary stenosis.

Circulation, 74 (5), 1085-1092 (1986)

MUYLLE, E., C. van den HENDE, W. OYAERT: Stoffwechsel von Milchsäure bei Schweinen.

Dtsch. Tierärztl. Wschr. 75, 29-35 (1968)

NIEMEGEREERS, C.: The Pharmacology of R 1929 (Azaperone). Unpublished Results of JANSSEN Pharmaceutica (1966)

PFLÜGER, H.: Hypoxie oder Hyperkapnie als auslösende Faktoren der Narkosehyperglykämie.

Der Anästhesist 13, 129-132 (1964)

PLONAIT, H.: Magen-Darmerkrankungen. In: W. SCHULZE, K. BICKHARDT, G. v. MICKWITZ, H. PLONAIT: Klinik der Schweinekrankheiten, Schaper Verlag Hannover (1980)

PUSCHNER, H., E. DAHME, N. ZÖLLNER, G. WOLFRAM, J. KALICH:
Der Einfluß weichen und harten Trinkwassers auf die Ausbildung arteriosklerotischer Frühveränderungen und die Plasmalipoide beim Hausschwein.

J. Atheroscler. Res. 9, 17-23 (1969)

REETZ, G.: Der Einfluß hoher Umgebungstemperatur und hoher Luftfeuchtigkeit auf den Blutzuckerspiegel des Schweines.
Diss. med. vet. Berlin (1964)

REETZ, I.: Zur Neuroleptanalgesie beim Schwein: Klinische Untersuchungen mit der Kombination Azaperon-Metomidat.
Diss. med. vet. Hannover (1970)

RICHTER, L., D. K. FLOCK und K. BICKHARDT: Creatin-Kinase-Test als Selektionsmerkmal zur Schätzung der Fleischbeschaffenheit im Rahmen der Eigenleistungsprüfung beim Schwein.
Züchtungskd. 45, 429-438 (1973)

ROHLEDER, R.: Untersuchungen über das Verhalten der Herzschlag- und Atemfrequenz, des pH-Wertes sowie der Glucose-, Laktat- und Pyruvatkonzentrationen bei Göttinger Miniaturschweinen nach der Applikation von Methitural (MERCK) und Azaperon-Metomidat (JANSSEN).
Diss. med. vet. Berlin (1976)

ROTTMANN, D.: Tagesrhythmische Schwankungen haematologischer Werte beim Schwein.
Diss. med. vet. Hannover (1969)

RUHENSTROTH-BAUER, G.: Der Mechanismus der Blutkörperchensenkung: 1. Mitt.: Die Beteiligung mehrerer spezifischer Plasmafaktoren bei der Blutkörperchensenkung.
Acta haematol. 18, 98 (1957)

RUHENSTROTH-BAUER, G., G. BRITTINGER, F. H. KAYSER, G. NASS und M. TAUTFEST: Der Mechanismus der Blutkörperchensenkung: 7. Mitt.: Zur Chemie der Agglomerine.
Klin. Wschr. 40, 1200 (1962)

SCHALM, O. W.: Veterinary Hematology, Lea and Febinger Philadelphia (1965)

SCHEUNERT, A. u. A. TRAUTMANN: Lehrbuch der Veterinär-Physiologie, Parey Verlag Berlin (1976)

SCHMID-SCHÖNBEIN, H.: Normale Fließeigenschaften des Blutes und deren krankhafte Veränderungen: Eine Einführung.
Schweiz. med. Wschr. 101, 1066-1772 (1971)

SCHMID-SCHÖNBEIN, H.: Der gegenwärtige Stand der Hämorheologie: Methoden, Befunde und Bedeutung für die Physiologie und Pathologie des Blutkreislaufes.
Wiener klin. Wschr. 90, 245-253 (1978)

SCHMID-SCHÖNBEIN, H.: Wenn das Blut stockt.
Bild der Wissenschaft 2, 40-51 (1982)

SCHMID-SCHÖNBEIN, H., G. GALLASCH, I. V. GOSEN, E. VOGLER und H. I. KLOSE: Red cell aggregation in blood flow. I. New methods of quantification.
Klin. Wschr. 54, 14 (1976)

Dieselb.: Red cell aggregation in blood flow. II. Effect of apparent viscosity of blood.

Klin. Wschr. 54, 159-167 (1976)

SCHMID-SCHÖNBEIN, H., G. GRUNAU und H. BRAUER: Exempla hämorheologica. "Das strömende Organ Blut" Albert-Roussel Pharma GmbH Wiesbaden (1980)

SCHMID-SCHÖNBEIN, H., R. WELLS: Fluid Drop-like Transition of Erythrocytes under Shear.

Science 165, 288-291 (1969)

SCHMID-SCHÖNBEIN, H. u. R. E. WELLS: Rheological properties of human erythrocytes and their influence upon the "anomalous" viscosity of blood.

Ergebnisse der Physiologie 63, 146-214 (1977)

SCHRÖTER, J.: Untersuchungen über den Natrium-, Kalium- und Calciumgehalt im Schweineblut unter besonderer Berücksichtigung der Altersabhängigkeit und tageszeitlichen Schwankungen.

Diss. med. vet. Leipzig (1962)

SCHÜTZ, F.: Kapillarviskosimetrische Untersuchungen des Blutes streßempfindlicher und streßresistenter Schweine der Deutschen Landrasse unter definierten psychischen und physischen Belastungen.

Diss. med. vet. München (1983)

SCHULZE, F.: Untersuchungen des Schweineserums auf seinen Gehalt an Gesamteiweiß, Albumin und Globulin.

Diss. med. vet. Hannover (1964)

SCHULZE, R.: Untersuchungen über den Kochsalz- und Magnesium-Gehalt im Blutserum klinisch gesunder Schweine.

Diss. med. vet. Hannover (1953)

SCHULZE, W., K. BICKHARDT, G. v. MICKWITZ, H. PLONAIT: Klinik der Schweinekrankheiten, Schaper Verlag Hannover (1980)

SEIDEL, H.: Physiologische Mittel- und Grenzwerte diagnostisch bedeutsamer Parameter. In: NEUNDORF, R. u. H. SEIDEL: Schweinekrankheiten, Fischer Verlag Jena (1977)

STEINHARDT, M., Ch. GRAUL: Veränderung des Blutglukosegehaltes beim Hausschwein durch körperliche Arbeit bei verschiedenen Umgebungstemperaturen.

Arch. exp. Vet. med. 24, 913-925 (1970)

STEINHARDT, M. u. L. LYHS: Pathophysiologische Aspekte der Transportbelastung beim Schwein. 1. Mitt.: Wärmehaushalt, Kreislauf, Wasserhaushalt.

Arch. exp. Vet. med. 29, 53-56 (1974)

STEINHARDT, M., W. PETZOLD und L. LYHS: Blutspeicherfunktion der Milz beim Hausschwein. I. Einfluß von Adrenalin und körperlicher Arbeit auf den Hämatokritwert und Hämoglobingehalt.

Arch. exp. Vet. med. 24, 817-826 (1969)

Dieselb.: Blutspeicherfunktion der Milz beim Hausschwein.
II. Einfluß von Laufarbeit und Adrenalin auf Plasma- und Blutvolumen.

Arch. exp. Vet. med. 24, 827-839 (1969)

STEINHARDT, M., K. STEINHARDT, W. WACHTEL und L. LYHS: Untersuchungen über das Plasmavolumen und die totale Hämoglobinnmenge beim Schwein.

Arch. exp. Vet. med. 26, 532-550 (1972)

STEINHARDT, M., T. STUDZINSKI, L. LYHS und R. GLOWATZKI: Blutvolumenveränderungen beim Hausschwein in exogener Hyperthermie.

Arch. exp. Vet. med. 21, 1257-1265 (1967)

STORMER, B., H. CHMIEL, D. POTTHOFF, K. KREMER und H. BRÜSTER: Viskositätsuntersuchung an gesundem und pathologischem menschlichen Blut im Bereich niedriger Beanspruchungen.

Z. Exper. Chirurg. 6, 237-247 (1973)

STRYER, L.: "Biochemistry" 2nd ed., Freeman and Company San Francisco (1981)

STUDZINSKI, T., M. STEINHARDT und L. LYHS: Hämoglobin-, Hämatokrit- und Blutglukoseveränderungen beim Hausschwein in exogener Hyperthermie.

Arch. exp. Vet. med. 22, 1-5 (1967)

SUNDER-PLAASMAN, L., W. P. KLOEVEKORN und K. MESSMER: Blutviskosität und Hämodynamik bei Anwendung kolloidaler Volumenersatzmittel.

Der Anästhesist 19, 319-320 (1971)

SYMOENS, J.: Vorbeugen und Heilung von Aggressivität und Streß bei Schweinen durch das Neuroleptikum Azaperon.
Dtsch. Tierärztl. Wschr. 77, 144-148 (1970)

SYMOENS, J., J. van GESTEL und R. MARSEBOOM: Klinische Prüfung eines neuen Sedativums für Schweine, Azaperon.
Tierärztl. Umschau 28, 232-240 (1973)

TSCHUDI, P.: Labordiagnostik bei Lebererkrankungen.
Collegium veterinarium XIV 14, 115-118 (1983)

UNDITZ, E.: Hämatologische Tafeln SANDOZ.
Sandoz AG Basel (1972)

UNSHELM, J.: Konstitutionsmerkmale bei Schweinen unterschiedlicher Nutzungsrichtung und Größe.
Züchtungskd. 45, 101-106 (1973)

VERAGUT, U., W. SIEGENTHALER und U. GRUBER: In: W. SIEGENTHALER: Klinische Pathologie, Thieme Verlag Stuttgart,
2. Auflage (1977)

VERTER, W., W. BUSCH: Untersuchung über den Einfluß von Zyklusblockern auf einige hämatologische Werte beim Rind und beim Schwein.
Mh. Vet. Med. 26, 123-127 (1971)

VOGEL, G. u. K. GARTNER: Physiologie der Niere: Wasser- und Elektrolythaushalt. In: SCHEUNERT/TRAUTMANN, Lehrbuch der Veterinär - Physiologie Parey Verlag Berlin (1976)

VOGELSANG, G.: Praxisversuche zur Neuroleptanalgesie beim Schwein mit Azaperone und Methomidate.

Diss. med. vet. Hannover (1970)

VOGTMANN, Ch., H. GERBSTÄDT und P. RÜTH: Strömungsverhalten und Scheinviskosität von heparinisiertem menschlichen Blut und Zitratblut in Glaskapillaren mittlerer Weite.

Acta biol. med. german. Band 18, 499-505 (1967)

VOLLMERHAUS, B., W. BOLLWAHN, H. ROOS, K. HEINRITZI und H. WAIBL: Vereinfachte Methode zur Blutentnahme beim Ferkel.

Der Prakt. Tierarzt 6, 538-541 (1982)

WACHTEL, W., L. LYHS und E. LEHMANN: Blutdruckmessungen beim Schwein.

Arch. exp. Vet. med. 16, 355-359 (1963)

WAGINGER, H., W. BAUMGARTNER, S. SCHMIDT und B. MAYR: Beitrag zur Problematik des Porcinen-Streß-Syndroms (PSS).

Wien. Tierärztl. Monatsschr. 68, 179-185 (1981)

WEGE, V.: Die Ergebnisse chemischer Blutserum- und -plasmauntersuchungen bei klinisch gesunden Schweinen.

Diss. med. vet. Hannover (1967)

WERNER, U.: Messungen der Erythrozytenverformbarkeit unter Pentoxifyllin und niedermolekularem Dextran.

Med. Welt 26, 2098-2099 (1975)

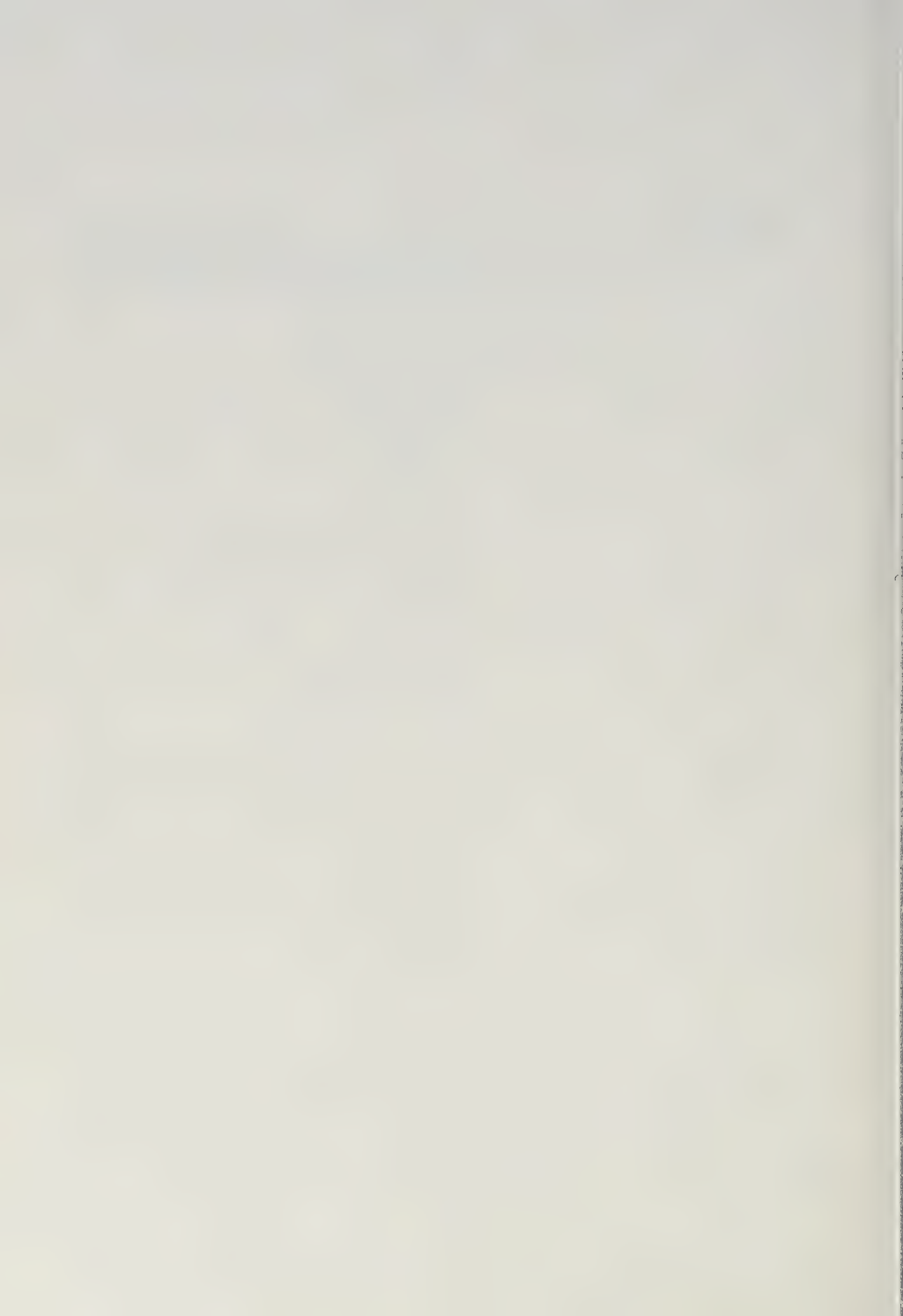
WIESNER, E. u. R. RIBBECK: Wörterbuch der Veterinärmedizin
Fischer Verlag Jena (1978)

WILMS-SCHULZE KUMP, A.: Untersuchungen zur Anwendbarkeit
des CK-Testes bei Läuferschweinen.

Diss. med. vet. Hannover (1982)

Abkürzungen

Fluid	Fluidität
Ery	Erythrozyten
Hb	Hämoglobin
Htc	Hämatokrit
Leuco	Leukozyten
Glu	Glukose
Hsre	Harnsäure
Ca	Calcium
anorg. Phos.	anorganischer Phosphor
alk. Phos.	alkalische Phosphatase
Harnstoff-N (Harnst.-N)	Harnstoff-Stickstoff
Creat.	Kreatinin
Ge.-Bili	Gesamtbilirubin
CK	Creatin-Kinase
LDH	Laktatdehydrogenase
GPT (ALT)	Glutamat-Pyruvat-Transaminase
GOT (AST)	Glutamat-Oxalacetat-Transaminase
Ges.-Eiw.	Gesamteiweiß
Alb.	Albumin
Chol.	Cholesterin
Triglyc. (NE)	Triglyzeride
Na	Natrium
K	Kalium
Cl	Chlorid
Fe	Eisen
G-GT	Gamma-Glutamyl-Transpeptidase
saure Phos.	saure Phosphatase
Cu	Kupfer
Mg	Magnesium
Zink	Zink

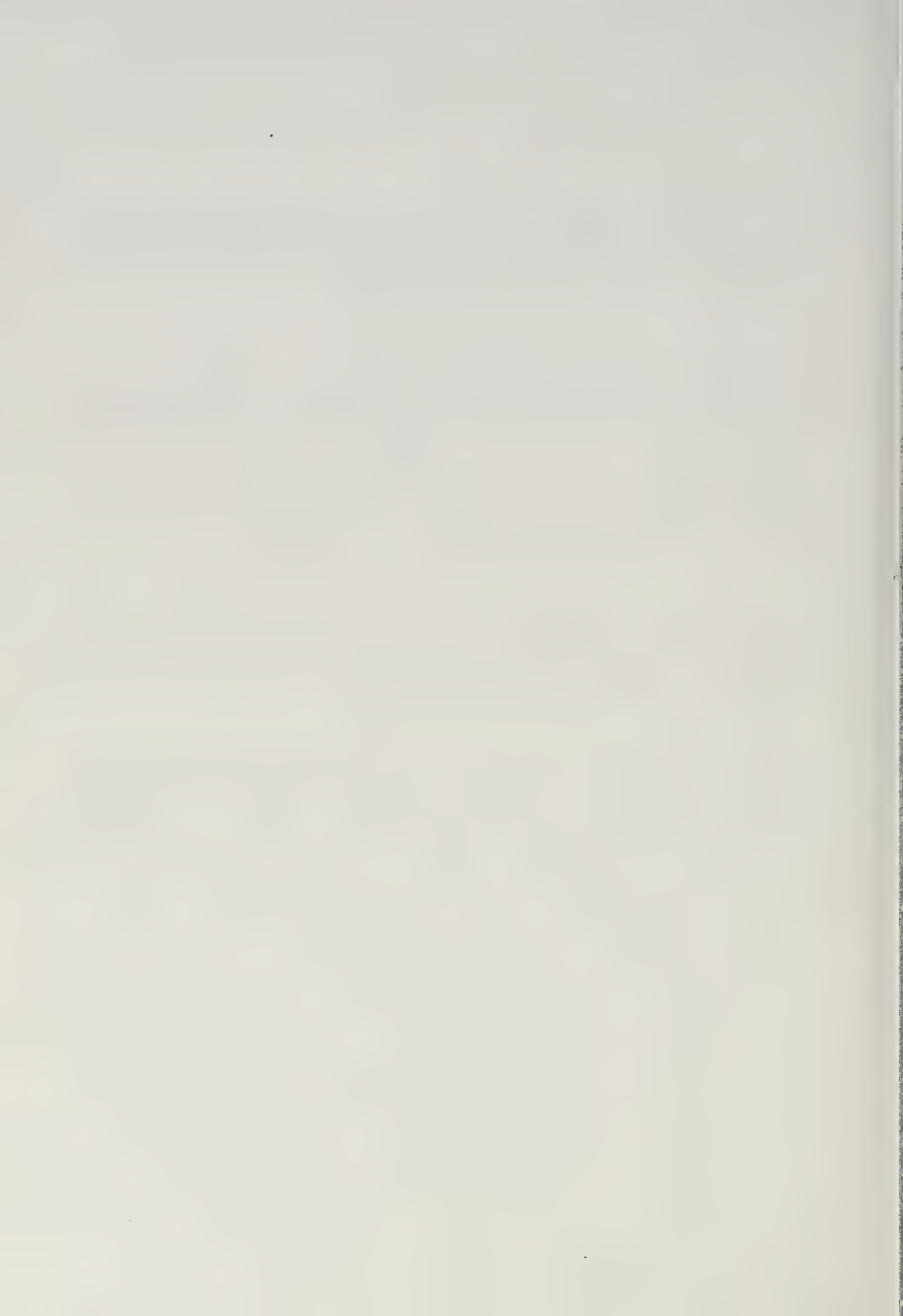


Herrn Prof. Dr. Helmut Kraft danke ich herzlich für die Überlassung des Themas und die mir jederzeit gewährte Unterstützung bei der Anfertigung dieser Arbeit.

Mein ganz besonderer Dank gilt Herrn Dr. H. Bräuer persönlich und stellvertretend für die Mitarbeiter des Medical Service München, für die Bereitstellung eines Arbeitsplatzes im Schweinezuchtbetrieb und die durchgeführte Analyse der Blutproben sowie für das meiner Arbeit entgegengebrachte Interesse und die mir immer gern gegebenen Ratschläge.

Ebenso gebührt mein Dank Herrn Dr. K. Heinritzi für die Durchführung der Katheterimplantationen bei den Schweinen und die mir entgegengebrachte Geduld bei allen Problemen.

Bei meinem Kollegen Dr. Peter Hudak möchte ich mich für die gewährte Mithilfe bei den Blutentnahmen im Rahmen der Klauenpflegemaßnahmen herzlich bedanken.



Lebenslauf

Margit M a i d l

8354 Metten, Paulusberg 7, Tel. 0991/91506

geb. 11.01.54 in Eichendorf

Vater: Josef Maidl, Landwirt, verst. 1975

Schulbildung

1960-1967 Volksschule in Hartkirchen

1967-1971 Staatl. Realschule in Landau/Isar

Mittlere Reife

1971-1976 Sprachenschule der Stadt München

Ausbildung als Fremdsprachenkorrespondentin für Englisch und
Französisch

1976-1977 Staatl. Fachoberschule Landshut

ohne Abschluß

1977-1979 Städt. Berufsoberschule Landshut

Allgemeine Hochschulreife

Studium

1979-1985 Ludwigs-Maximilians-Universität München,

Tiermedizinische Fakultät

Staatsexamen August 1985

Approbation Oktober 1985

Tierärztliche Tätigkeit

September bis Dezember 1985 Arbeiten für Dissertation im
Schweinezuchtbetrieb des Institutes für Klinische Chemie von
Dr. H. Bräuer, München.

Januar 1986 bis März 1987 zeitweise freie Mitarbeiterin und
Vertreterstätigkeit in Gemischtpraxen und am Schlachthof.

Zwischenzeitlich bis jetzt Fertigung der Dissertation.

